































506455  
2  
23  
103483  
19

**BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.**

---

**CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.**

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.



506.438  
.A33

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

ANNÉE 1908.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1909.





## Table des matières.

	Page
S. Zaremba. Sur l'intégration de l'équation biharmonique . . . . .	1
J. Bielecki. Über Mesitylen-Trialdehyd (1. 3. 5. Trimethylal-Benzen) . . .	29
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin und seine Derivate . . . . .	32
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	34
M. Raciborski. Über die Hemmung des Bewegungswachstums bei Basidio- bolus ranarum . . . . .	48
Vl. Kulczyński. Fragmenta arachnologica. VI . . . . .	49
Ant. Wł. Jakubski. Untersuchungen über das Stützgewebe des Nerven- systems bei den Hirudineen . . . . .	86
A. Bochenek. Über zentrale Endigungen des Nervus opticus . . . . .	91
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung in künstlich par- thenogenetisch sich entwickelnden Eiern von Mactra . . . . .	97
J. Browiński. Über die Gegenwart von Proteinsäuren im Blute . . . . .	101
K. Stołyhwo. Le crâne de Nowosiółka considéré comme preuve de l'exis- tence à l'époque historique de formes apparentées à H. primigenius	103
L. Marchlewski and St. Piasecki. A simple method for preparing phyllo- porphyrine . . . . .	127
L. Natanson. On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing gaseous medium, parallel to the lines of an extraneous magnetic field . . . . .	129
J. Browiński und S. Dąbrowski. Sur une méthode de dosage de la ma- tière colorante fondamentale des urines . . . . .	139
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. XII partie . . .	141
J. Młodowska. Zur Histogenese der Skelett-Muskeln . . . . .	145
Ch. Klecki et A. Wrzosek. Étude expérimentale du passage dans les uri- nes de microbes circulant dans le sang . . . . .	171
Fr. Krzysztalowicz et M. Siedlecki. Étude expérimentale de la syphilis; Morphologie de Spirochaeta pallida . . . . .	173
T. Koźniewski and L. Marchlewski. On the conversion of phyllotaonine into phytorhodines . . . . .	247
L. Hildt, L. Marchlewski und J. Robel. Über die Umwandlung des Chlo- rophylls unter dem Einfluss von Säuren . . . . .	261
J. Bielecki et A. Koleniew. Recherches sur l'influence des groupes mé- thylés sur les propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . .	296

	Page
J. Dunin Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . .	318
J. Nowak. Untersuchungen über Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. Teil. Genus Baculites Lamarck . . . . .	326
H. Wielowieyski. Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Ent- wicklungsgeschichte des Insektenovariums. Zweite Mitteilung . . . .	353
B. Petschenko. Sur la structure et le cycle évolutif de Bacillopsis stylo- pygae; nov. gen. et nov. spec. . . . .	359
Séance publique annuelle de l'Académie du 16 mai 1908 . . . . .	373
K. Olszewski. Die Verflüssigung der Gase; eine historische Skizze . . .	375
K. Jabłczyński. Zur Kenntnis der Katalyse in heterogenen Systemen. Zer- setzung des Chromchlorürs am Platinblech . . . . .	398
M. Dziurzyński. Über die Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung des Chlorwasserstoffes in Benzollösung . . . . .	401
J. Lewiński. Les dépôts jurassiques près la station Chęciny et leur faune	408
H. Krzemieniewska. Zur Ernährung des Azotobaktters . . . . .	445
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. XIII partie . .	448
H. Hoyer. Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlärven. II Teil . . . . .	451
E. Rosenhauch. Über die Entstehung der Flora im physiologischen Binde- hautsack der Neugeborenen . . . . .	465
K. Olszewski. Nachtrag . . . . .	483
Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel . . .	485
J. Dunin-Borkowski. Über die hämolytische Wirkung von Quecksilbersalzen	494
J. Nusbaum. Zur Entwicklungsgeschichte der Occipitalregion des Schädels und der Weber'schen Knöchelchen bei den Cyprinoiden . . . . .	505
J. Hirschler. Beiträge zur embryonalen Entwicklung der Coleopteren . .	508
E. Godlewski. Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz während der normalen und der künstlich veränderten Entwicklung der Echiniden	522
VI. Kulezyński. Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognos- cendam. I. Mygalomorphae et Cribellatae . . . . .	527
R. Nitsch. Recherches sur les microbes anticholériques dans l'air atmo- sphérique . . . . .	582
Berichtungen zu der Abhandlung: A. Korn, Allgemeine Lösung des bihar- monischen Problems im Raume (dieses Bulletin, Oktober 1907) . . .	585
E. Janczewski. Sur les anthères stériles des groseilliers . . . . .	587
B. Namysłowski. Sur la structure et le développement de Wawelia regia nov. subfam. gen. sp. . . . .	597
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. XIV partie . .	603
K. Jabłczyński. Kinetik der Folgeaktionen; Reduktion der Chromsäure durch Oxalsäure . . . . .	603
— Beziehung zwischen der Rührgeschwindigkeit und der Reaktionsge- schwindigkeit in heterogenen Systemen . . . . .	620
K. Kling. Über die o-, m- und p-Tolyläthylalkohole . . . . .	632
A. Korczyński. Über anormale Salze . . . . .	633
J. Buraczewski und T. Koźniewski. Jodderivate des Strychnins und Brucins . . . . .	644



C. Rouppert. Discomycetum species novae tres . . . . .	Page 649
F. Kamiński. Nouveau moyen pour faciliter les observations microscopiques et la microphotographie stéréoscopique (platine-balance) . . .	651
P. Wiśniewski. Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Fruchtform bei <i>Zygorhynchus Moelleri</i> Vuill. . . . .	656
M. Siedlecki. Über Bau, Lebensweise und Entwicklung des javanischen Flugfrosches ( <i>Rhacophorus reinwardtii</i> Boie) . . . . .	682
B. Konopacka. Die Gestaltungsvorgänge der in verschiedenen Entwicklungsstadien zentrifugierten Froschkeime . . . . .	689
H. Wielowieyski. Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung . . .	741
Berichtigung zu der Abhandlung: E. Rosenhauch, Über die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen . . .	748
J. de Kowalski. Beiträge zur Kenntnis der Luminiszenz . . . . .	749
L. Natanson. On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium . . . . .	764
K. Białaszewicz. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen . . . . .	783
G. G. Wilenko und Z. Motylewski. Über die Wirkung von Natrium auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol . . . . .	837
S. Bondzyński und V. Humnicki. Quantitative Untersuchungen über das Verhalten von Salol sowie von Distearylsalizylglyzerid im Organismus . . .	841
W. Gawiński. Quantitative Untersuchungen über die Ausscheidung von Proteinsäuren im Harn von gesunden Menschen sowie in einigen Krankheitsfällen . . . . .	851
A. W. Jakubski. Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems im vorderen und im hinteren Körperende der Hirudineen nebst Bemerkungen über deren Neuromerie . . . . .	854
St. Kopeć. Experimentaluntersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtscharaktere bei Schmetterlingen . . . . .	893
R. Minkiewicz. Étude expérimentale du synchromatisme de Hippolyte varians Leach. . . . .	918
S. Krzemieniewski. Untersuchungen über <i>Azotobacter chroococcum</i> Beij. . . . .	929
L. Gosiewski. Sur la moyenne arithmétique et sur la loi de Gauss de la probabilité d'une erreur . . . . .	1053
St. Loria. Untersuchungen über die Dispersion des Lichtes in Gasen. I. Die Dispersion des Acetylens und Methans . . . . .	1059
J. Morozewicz. Über Hatchettin von Bonarka bei Krakau . . . . .	1067
J. Niedźwiedzki. Über eine neue miozäne Austernart: <i>Ostrea Leopolitana</i> . . . . .	1073
A. Maciesza. Le rôle du tube digestif dans la production de l'anthraxose des poumons et des organes abdominaux . . . . .	1075
— Über angeborene abnorm weite Foramina parietalia . . . . .	1083



## Errata.

Page 137 ligne 15 lire  $a_2$  au lieu de  $u_2$  dans la formule (1).

Page 779 ligne 11 (d'en bas) *lire*

$$-\frac{(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2 + I^2 \lambda^2}{\lambda} \log_{10} \operatorname{tg} (45^\circ - \varphi)$$

dans la formule (1).

Page 852 ligne 6 (d'en bas) *lire*: „weder Harnstoff noch Hippursäure und nur Spuren von Kreatinin, beziehungsweise Kreatin“.

---

N° 1.

JANVIER.

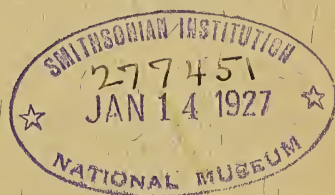
1908.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.



L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLEŚLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. Ladislas Natanson,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 1.

Janvier

1908.

- Sommaire:** 1. S. ZAREMBA. Sur l'intégration de l'équation biharmonique.  
2. J. BIELECKI. Über Mesitylen-Trialdehyd (1. 3. 5. Trimethylal-Benzen).  
3. Z. MOTYLEWSKI. Dihydrooxychinoxalin und seine Derivate.  
4. J. LEWINSKI. La chaîne de Przedborz.  
5. M. RACIBORSKI. Über die Hemmung des Bewegungswachstums bei *Basidiobolus ranarum*.  
6. VL. KULCZYŃSKI. Fragmenta arachnologica, VI.  
7. ANT. WŁ. JAKUBSKI. Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems bei den Hirudineen.  
8. A. BOCHENEK. Über zentrale Endigungen des Nervus opticus.

Séance du mardi 7 Janvier 1908.

PRÉSIDENCE DE M. K. OLSZEWSKI.

M. le Président annonce à la Classe la perte douloureuse et irréparable qu'elle vient de faire en la personne de WILLIAM THOMSON BARON KELVIN, Associé Etranger de l'Académie depuis 1890, décédé le 17 Décembre 1907.

1. *O całkowaniu równania biharmonijnego. — Sur l'intégration de l'équation biharmonique.* Mémoire de M. S. ZAREMBA m. c.

§ 1. Considérons l'équation biharmonique, c'est à dire l'équation aux dérivées partielles du 4-me ordre suivante:

$$\Delta^2 v = 0 \quad (1)$$

où  $\Delta$  représente l'opérateur de Laplace.

Le problème fondamental relatif à cette équation est le suivant: déterminer la fonction  $v$  de façon que l'équation (1) soit vérifiée en tout point situé à l'intérieur d'un domaine donné ( $D$ ), connaissant la dérivée de cette fonction suivant la normale à la frontière du

domaine considéré, ainsi que les valeurs périphériques de la fonction elle-même.

Le problème précédent que nous appellerons pour abrégé *Problème biharmonique* a été beaucoup étudié dans ces dernières années<sup>1)</sup>.

Il est résolu aujourd'hui dans un certain nombre de cas particuliers quant à la nature du domaine ( $D$ ); l'unicité de la solution a été établie dans des conditions très générales et plusieurs méthodes générales pour résoudre le problème considéré ont été proposées. Il faut reconnaître cependant que ces méthodes générales, si grande que soit leur importance théorique, se prêtent difficilement au calcul. C'est cette lacune que je me propose de combler partiellement en faisant connaître une méthode qui permettra de calculer effectivement la fonction demandée dans le *Problème biharmonique* toutes les fois où, pour le domaine considéré, on saura calculer effectivement la solution du Problème de Dirichlet.

La méthode que je me propose d'exposer n'est que le développement d'une idée esquissée en passant au § 7, p. 159 de mon mémoire: *L'équation biharmonique et une classe remarquable de fonctions fondamentales harmoniques*<sup>2)</sup>.

§ 2. Considérons un domaine<sup>3)</sup> ( $D$ ) pouvant avoir deux ou trois dimensions, désignons par  $v$  la fonction demandée dans le Problème biharmonique, définissons par l'équation:

$$(1a) \quad \Delta v + u = 0$$

la fonction harmonique  $u$  et désignons par  $G$  la fonction de Green classique relative au domaine ( $D$ ). Une application facile du théorème de Green nous donnera:

$$(2) \quad v = \int_{(S)} v \frac{dG}{dN} ds + \int_{(D)} u G d\tau$$

en désignant par  $ds$  l'élément de la frontière ( $S$ ) du domaine ( $D$ ) et par  $d\tau$  l'élément de ce domaine lui-même.

<sup>1)</sup> Voir en particulier: A. Korn, *Allgemeine Lösung des biharmonischen Problems im Raume*, Bulletin de l'Académie de Cracovie, Octobre 1907, ainsi que les rapports sur les travaux présentés aux dernier concours du prix Vaillant dans les C. R. des Séances de l'Académie des Sciences de Paris, 2 Décembre 1907.

<sup>2)</sup> Bulletin de l'Académie de Cracovie. mars 1907.

<sup>3)</sup> Le sens attribué dans ce travail au mot *domaine* résultera assez clairement de la nature des questions traitées pour que nous puissions nous dispenser de définir explicitement ce terme.



La formule précédente sera sûrement à l'abri de toute critique dans les conditions suivantes:

1°. On est assuré de l'existence de la fonction  $v$ .

2°. La dérivée  $\frac{dv}{dN}$  ainsi que la fonction représentant les valeurs périphériques de la fonction  $v$  sont bornées et, en général, continues dans toute l'étendue de la frontière  $(S)$  du domaine  $(D)$ .

3°. L'intégrale:

$$\int_{(D)} u \, G \, d\tau$$

a un sens, ce qui arrivera sûrement dans le cas où, comme nous l'admettrons, l'intégrale<sup>1)</sup>:

$$\int_{(D)} u^2 \, d\tau \quad (3)$$

a une valeur finie, bien déterminée.

Grâce aux progrès réalisés dans ces dernières années dans la théorie de l'équation biharmonique, on sera souvent en mesure de constater a priori que toutes les conditions précédentes sont vérifiées; on pourra même, dans beaucoup de cas, s'assurer à l'avance de la continuité des valeurs périphériques de la fonction  $u$  ou déterminer à l'avance la nature des discontinuités de ces valeurs au cas où il s'en présente.

En résumé, dans les conditions où nous nous sommes placés, le *Problème biharmonique* est ramené à la détermination de la fonction  $u$  définie par l'équation (1 a).

Pour étudier cette question, partons de la remarque suivante: savoir calculer *effectivement* la fonction  $w$  demandée dans le *Problème de Dirichlet*, c'est connaître une suite infinie de fonctions:

$$u_1, u_2, u_3, \dots \quad (4)$$

linéairement indépendantes<sup>2)</sup>, harmoniques à l'intérieur du domaine  $(D)$ , continues sur la frontière de ce domaine, admettant chacune par rapport à la normale à la frontière une dérivée bornée et, en général, continue, et telles que la fonction demandée  $w$  puisse être

<sup>1)</sup> Dans tout ce travail nous nous plaçons au point de vue des quantités *réelles*.

<sup>2)</sup> C'est à dire telles qu'il n'existe entre un nombre fini d'entre elles aucune relation linéaire à coefficients constants.

représentée par une série, à coefficients constants  $c_0, c_1, c_2, \dots$ , de la forme suivante:

$$(5) \quad w = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k u_k,$$

cette série étant uniformément convergente dans le domaine  $(D)$  et sur la frontière pourvu que les valeurs périphériques données de la fonction vérifient certaines conditions plus ou moins restrictives mais d'ordre général.

Pour la validité de la méthode que nous allons exposer, il suffit d'admettre, ce qui dans la pratique a sans doute toujours lieu, que la convergence uniforme de la série (5) soit assurée lorsque les valeurs périphériques de la fonction  $w$  coïncident avec celle d'un polynôme entier par rapport aux coordonnées rectangulaires. Il suffirait même de se borner aux hypothèses suivantes:

1°. La série (5) ne converge qu'à l'intérieur du domaine  $(D)$  et il en est sûrement ainsi seulement dans le cas où les valeurs périphériques de la fonction  $w$  satisfont à la restriction précédente.

2°. L'intégrale:

$$(6) \quad \int_{(D)} \left\{ \sum_{k=j}^{j+m} c_k u_k \right\}^2 d\tau$$

tend uniformément vers zéro lorsque l'entier positif  $j$  croît indéfiniment de quelque façon que varie en même temps l'entier non négatif  $m$ .

Désignons, suivant le nombre de dimensions du domaine  $(D)$ , par  $T$  l'aire ou le volume de ce domaine et posons:

$$(7) \quad \left\{ \begin{array}{l} \psi_1 = \frac{1}{\sqrt{T}} \\ u_k - \sum_{m=1}^k \psi_m \int_{(D)} u_k \psi_m d\tau \\ \psi_{k+1} = \frac{u_k - \sum_{m=1}^k \psi_m \int_{(D)} u_k \psi_m d\tau}{\sqrt{\int_{(D)} \left\{ u_k - \sum_{m=1}^k \psi_m \int_{(D)} u_k \psi_m d\tau \right\}^2 d\tau}} \end{array} \right. \quad (k=1, 2, \dots)$$

<sup>1)</sup> Divers auteurs ont déjà fait usage de formules analogues; voir par exemple: Poincaré, *Sur les équations de la Physique mathématique* (Rendiconti del

Les fonctions (5) étant linéairement indépendantes, c'est à dire telles qu'il n'existe entre  $p$  de ces fonctions, soit:

$$u_{\alpha_1}, u_{\alpha_2}, \dots, u_{\alpha_p}$$

aucune relation de la forme:

$$C_0 + \sum_{k=1}^p C_k u_{\alpha_k} = 0$$

où les  $C$  représentent des constantes, le dénominateur dans l'expression de  $\psi_{k+i}$  ne pourra s'annuler pour aucune valeur de  $k$ . Par conséquent aucune des formules (7) ne pourra être illusoire.

Les fonctions:

$$\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots \quad (8)$$

jouiront manifestement des propriétés suivantes:

1°. On aura pour toute valeur entière et positive de l'indice  $k$ :

$$\int_{(D)} \psi_k^2 dx = 1. \quad (9)$$

2°. L'inégalité:

$$k \neq j \quad (10)$$

entraînera la relation suivante:

$$\int_{(D)} \psi_k \psi_j dx = 0. \quad (10)$$

Nous établirons plus bas le théorème fondamental suivant: lorsqu'une fonction  $u$  harmonique à l'intérieur du domaine  $(D)$  vérifie certaines conditions, variables avec la nature du domaine  $(D)$ , mais toujours très générales et se réduisant pour une classe de domaines à cela seul que l'intégrale (3) ait un sens, cette fonction pourra être représentée à l'intérieur du domaine  $(D)$  par la série suivante:

$$u = \sum_{k=1}^{\infty} \psi_k \int_{(D)} u \psi_k dx, \quad (12)$$

série jouissant des propriétés suivantes:

Circolo matematico di Palermo 1894), ainsi que Erhard Schmidt, *Zur Theorie der linearen und nicht linearen Integralgleichungen* (Mathematische Annalen 1907, p. 442).



1°. Sans être nécessairement convergente sur la frontière du domaine  $(D)$ , elle converge absolument et uniformément dans tout domaine  $(D')$  intérieur<sup>1)</sup> au domaine  $(D)$ .

2°. Si l'on pose:

$$u = \sum_{k=1}^{j-1} \psi_k \int_{(D)} u \psi_k d\tau + R_j,$$

l'intégrale:

$$(13) \quad \int_{(D)} R_j^2 d\tau$$

tend vers zéro lorsque l'entier positif  $j$  croît indéfiniment.

Supposons que nous ayons pu nous assurer a priori que la fonction  $u$  définie par l'équation (1a) vérifie les conditions du théorème précédent. Dans ce cas les données du *Problème biharmonique* permettront de calculer aisément les coefficients de la série (12). En effet, une application facile du théorème de Green donne:

$$(14) \quad \int_{(D)} u \psi_k d\tau = \int_{(S)} \psi_k \frac{dv}{dN} ds - \int_{(S)} v \frac{d\psi_k}{dN} ds.$$

On voit même, en tenant compte de la propriété dont jouit l'intégrale (13), qu'en portant la valeur (12) de  $u$  dans la formule (2), on obtiendra pour l'intégrale:

$$\int_{(D)} u G d\tau$$

une série uniformément (et même absolument) convergente dans tout le domaine  $(D)$ .

On trouvera au § 12 quelques applications de la méthode que nous venons d'indiquer.

§ 3. Voici une propriété générale des fonctions harmoniques, propriété qui, malgré sa nature élémentaire, semble avoir échappé jusqu'à présent à l'attention des géomètres.

Considérons une fonction  $u$  harmonique à l'intérieur d'un cer-

<sup>1)</sup> Dire qu'un domaine  $(D')$  est intérieur à un autre domaine  $(D)$ , c'est dire qu'il existe une certaine longueur  $\lambda$ , non nulle, telle que tout point intérieur à un cercle de rayon  $\lambda$ , ayant pour centre un point de  $(D')$  appartienne au domaine  $(D)$ .

tain domaine ( $D$ ) et supposons d'abord que le domaine ( $D$ ) soit défini dans le plan.

Désignons par  $A$  le centre d'un cercle ( $C$ ) de rayon  $r$  situé tout entier à l'intérieur du domaine ( $D$ ). On aura, pour la valeur  $u(A)$  de la fonction  $u$  en  $A$ , la formule classique:

$$u(A) = \frac{1}{2\pi r} \int_{(C)} u ds, \quad (14)$$

en désignant par  $ds$  l'élément d'arc de la circonférence du cercle ( $C$ ).

Désignons par  $B$  un point variable et envisageons la fonction  $\varphi(B)$  des coordonnées du point  $B$ , définie par la formule suivante:

$$\varphi(B) = r^2 - \overline{AB}^2. \quad (15)$$

On pourra alors écrire la formule (14) de la façon suivante:

$$u(A) = \frac{1}{4\pi r^2} \int_{(C)} u \frac{d\varphi}{dN} ds \quad (16)$$

en représentant par le symbole:

$$\frac{d}{dN}$$

la dérivation suivant la normale au cercle ( $C$ ), cette normale étant dirigée vers l'intérieur du cercle. Appliquons le théorème de Green aux fonctions  $\varphi$  et  $u$  par rapport au domaine ( $\delta$ ) limité par la circonférence ( $C$ ).

En se reportant à la formule (15) on établira immédiatement la relation suivante:

$$\int_{(C)} u \frac{d\varphi}{dN} ds = - \int_{(\delta)} u \Delta \varphi d\tau = 4 \int_{(\delta)} u d\tau$$

en désignant par  $d\tau$  l'élément d'aire. Moyennant la relation précédente on déduit de la formule (16) la formule suivante:

$$u(A) = \frac{1}{\pi r^2} \int_{(\delta)} u d\tau. \quad (17)$$

C'est cette égalité qui constitue précisément le théorème que nous avons en vue.

On établira d'une façon entièrement analogue le théorème correspondant pour l'espace; il viendra:

$$(18) \quad u(A) = \frac{3}{4\pi r^3} \int_{(\delta)} u \, d\tau$$

en désignant maintenant par  $d\tau$  l'élément de volume et par  $(\delta)$  le domaine intérieur à une sphère de centre  $A$  et de rayon  $r$ , entièrement située à l'intérieur du domaine où la fonction  $u$  vérifie l'équation de Laplace.

§ 4. Voici un corrolaire du théorème précédent, utile pour la suite et intéressant par lui-même. Soit  $u$  une fonction harmonique à l'intérieur d'un certain domaine  $(D)$  et telle que l'intégrale:

$$\int_{(D)} u^2 \, d\tau$$

étendue, comme l'indique l'indice  $(D)$ , à tout ce domaine ait un sens. Si l'on désigne alors par  $r$  la plus courte distance à la frontière  $(S)$  du domaine  $(D)$  d'un point  $A$ , intérieur à ce domaine, et par  $u(A)$  la valeur de la fonction  $u$  en  $A$ , on aura:

$$(19) \quad \left\{ u(A) \right\}^2 \leq \frac{1}{\pi r^2} \int_{(D)} u^2 \, d\tau$$

ou

$$(20) \quad \left\{ u(A) \right\}^2 \leq \frac{3}{4\pi r^3} \int_{(D)} u^2 \, d\tau$$

suivant que le nombre de dimensions du domaine considéré sera égal à 2 ou à 3.

La démonstration de l'inégalité (20) étant entièrement analogue à celle de l'inégalité (19), nous nous bornerons à établir cette dernière.

Considérons le domaine  $(\delta')$  intérieur à un cercle de centre  $A$  et de rayon  $r'$  inférieur à la plus courte distance  $r$  du point  $A$  à la frontière  $(S)$  du domaine  $(D)$ . La formule (17) et l'inégalité de Schwarz nous donneront:

$$\left\{ u(A) \right\}^2 \leq \left( \frac{1}{\pi r'^2} \right)^2 \int_{(\delta')} u^2 \, d\tau \cdot \int_{(\delta')} d\tau$$



ou bien

$$\left\{ u(A) \right\}^2 \leq \frac{1}{\pi r'^2} \int_{(\delta')} u^2 d\tau.$$

On aura donc a fortiori:

$$\left\{ u(A) \right\}^2 < \frac{1}{\pi r'^2} \int_{(D)} u^2 d\tau.$$

Cette inégalité ayant lieu sous l'unique condition suivante:

$$r' < r,$$

la relation (19) devra nécessairement être vérifiée. C'est ce que nous voulions établir.

§ 5. Les inégalités du § précédent permettent d'établir un théorème de convergence qui, sans être indispensable pour la suite, nous semble mériter d'être signalé. Voici ce théorème:

Désignons par  $U_k$  le terme général d'une suite infinie de fonctions harmoniques à l'intérieur d'un certain domaine  $(D)$  et considérons la série suivante:

$$U_1 + U_2 + U_3 + \dots \quad (21)$$

Je dis que cette série sera sûrement uniformément convergente dans tout domaine intérieur au domaine  $(D)$  (et représentera par conséquent en vertu d'un théorème classique une fonction harmonique à l'intérieur du domaine  $(D)$ ) pourvu qu'il soit possible de faire correspondre à tout nombre non nul et positif  $\varepsilon$ , si petit qu'il soit d'ailleurs, un nombre entier et positif  $n$ , tel que l'inégalité:

$$j \geq n \quad (22)$$

entraîne l'inégalité suivante:

$$\int_{(D)} \left\{ \sum_{k=j}^{j+p} U_k \right\}^2 d\tau < \varepsilon \quad (23)$$

pour toute valeur entière et non négative du nombre  $p$ .

En effet, supposons que la série (21) vérifie la condition précédente et désignons par  $(D_1)$  le domaine formé par ceux des points du domaine  $(D)$  dont les plus courtes distances à la frontière du domaine  $(D)$  ne sont pas inférieures à une longueur  $l$  non nulle mais pouvant être choisie arbitrairement petite. Soit d'autre part  $\mu$

un nombre positif non nul mais aussi petit que l'on voudra. Posons alors:

$$\varepsilon = \pi l^2 \mu^2$$

ou:

$$\varepsilon = \frac{4}{3} \pi l^3 \mu^2$$

selon que le nombre de dimensions du domaine ( $D$ ) sera égal à 2 ou 3. Le nombre  $\varepsilon$  étant choisi comme il vient d'être dit, déterminons le nombre  $n$  de façon que l'inégalité (22) entraîne l'inégalité (23); cela sera possible par hypothèse. Remplaçons dans celle des inégalités (19) ou (20) qui correspond au nombre de dimensions du domaine considéré ( $D$ ), la fonction  $u$  par l'expression:

$$\sum_{k=j}^{j+p} U_k$$

et tenons compte de ce que l'inégalité (22) entraîne l'inégalité (23)

Eu égard à la façon dont on a choisi le nombre  $\varepsilon$ , on arrivera à la conclusion suivante: l'inégalité (22) entraîne l'inégalité:

$$\left| \sum_{k=j}^{j+p} U_k \right| < \mu$$

en tout point du domaine ( $D_1$ ) et de sa frontière et cela pour toute valeur non négative de l'entier  $p$ . Donc la série (21) est bien uniformément convergente dans toute l'étendue de tout domaine intérieur au domaine ( $D$ ).

§ 6. Je ferai maintenant quelques remarques qui nous seront utiles dans la suite et qui se rapportent au cas où la série (21) vérifie les hypothèses du théorème établi au § précédent.

Il est évident que l'intégrale:

$$(24) \quad \int_{(D)} U_k^2 d\tau$$

aura sûrement un sens à partir d'une certaine valeur assez grande de l'indice  $k$ , elle pourrait cependant n'en point avoir pour un nombre fini, mais quelconque de valeurs de cet indice.

Par conséquent, si l'on posait:

$$(25) \quad U = \sum_{k=l}^{\infty} U_k,$$

l'intégrale:

$$\int_{(D)} U^2 d\tau \quad (26)$$

pourrait n'avoir pas de sens.

Plaçons-nous dans l'hypothèse où l'intégrale (24) aurait une valeur finie pour toute valeur entière et positive de l'indice  $k$ .

Je dis que, dans ce cas, l'intégrale (26) aura aussi une valeur finie et j'ajoute que l'on aura:

$$\int_{(D)} U^2 d\tau = \lim_{j \rightarrow \infty} \int_{(D)} \left\{ \sum_{k=1}^{j-1} U_k \right\}^2 d\tau. \quad (27)$$

Pour établir qu'il en est bien ainsi, reportons-nous à l'équation (25) et posons:

$$U = \sum_{k=1}^{j-1} U_k + R_j. \quad (28)$$

Envisageons maintenant un domaine  $(D')$  intérieur<sup>1)</sup> au domaine  $(D)$  mais d'ailleurs quelconque. La série (21) étant uniformément convergente dans tout le domaine  $(D')$ , on aura:

$$\int_{(D')} R_j^2 d\tau = \lim_{p \rightarrow \infty} \int_{(D')} \left\{ \sum_{k=j}^{j+p} U_k \right\}^2 d\tau. \quad (29)$$

Désignons par  $\varepsilon$  un nombre non nul et positif mais d'ailleurs quelconque, déterminons ensuite le nombre  $n$  de façon que l'inégalité (22) entraîne l'inégalité (23) et attribuons enfin à  $j$ , dans la relation (29), une valeur quelconque vérifiant l'inégalité (22). Le nombre  $j$  ayant cette valeur on aura:

$$\int_{(D')} \left\{ \sum_{k=j}^{j+p} U_k \right\}^2 d\tau < \varepsilon \quad (30)$$

puisque l'intégrale formant le premier membre de cette inégalité est inférieure à celle qui constitue le premier membre de l'inéga-

<sup>1)</sup> Voir la note au bas de la p. 6.



lité (23). L'inégalité (30) ayant lieu si grand que soit l'entier positif  $p$ , on aura:

$$(31) \quad \int_{(D')} R_j^2 d\tau \leq \varepsilon$$

Cette inégalité subsistera si peu que diffère le domaine  $(D')$  du domaine  $(D)$ . Rien n'empêche évidemment d'identifier le domaine  $(D')$  avec le domaine  $(D_1)$  considéré au § précédent.

L'inégalité (31) s'écrira alors ainsi:

$$(32) \quad \int_{(D_1)} R_j^2 d\tau \leq \varepsilon.$$

L'intégrale:

$$\int_{(D_1)} R_j^2 d\tau$$

sera manifestement une fonction de la longueur  $l$  intervenant dans la définition du domaine  $(D_1)$  et cette fonction, considérée comme fonction de

$$\frac{1}{l}$$

sera une fonction croissante. On conclura de là, en tenant compte de (32), que l'on a

$$(33) \quad \lim_{l=0} \int_{(D_1)} R_j^2 d\tau = \mathcal{J},$$

en désignant par  $\mathcal{J}$  un nombre positif parfaitement déterminé, vérifiant l'inégalité:

$$(34) \quad \mathcal{J} \leq \varepsilon.$$

Désignons par  $\mu$  un nombre non nul et positif mais aussi petit que l'on voudra.

Le nombre  $\mu$  étant fixé, donnons à la longueur  $l$  une valeur assez petite pour que l'on ait:

$$(35) \quad \mathcal{J} - \int_{(D_1)} R_j^2 d\tau < \mu;$$

cela sera possible à cause de (33).

Cela posé revenons à l'intégrale:

$$\int_{(D')} R_j^2 d\tau \quad (36)$$

formant le premier membre de (31) en laissant maintenant au domaine  $(D')$  toute sa généralité. Soit  $(D_1')$  la partie de  $(D')$  constituée par les points appartenant à  $(D_1)$  et  $(D'')$  le reste du domaine  $(D')$ . Nous aurons:

$$\int_{(D')} R_j^2 d\tau = \int_{(D_1')} R_j^2 d\tau + \int_{(D'')} R_j^2 d\tau. \quad (37)$$

En s'appuyant sur (35) on prouvera aisément que l'on a:

$$\int_{(D'')} R_j^2 d\tau < \mu. \quad (38)$$

Désignons par  $\alpha$ , suivant le nombre de dimensions des domaines considérés, la différence des volumes ou celle des aires des domaines  $(D)$  et  $(D')$ . (Il va sans dire que l'on ne considère que des domaines mesurables). On reconnaîtra de suite que la différence analogue relative aux domaines  $(D_1')$  et  $(D_1)$  sera plus petite que  $\alpha$ . Donc, si l'on donne à  $\alpha$  une valeur assez petite, on aura:

$$\int_{(D_1)} R_j^2 d\tau - \int_{(D_1')} R_j^2 d\tau < \mu. \quad (39)$$

Cette condition étant vérifiée, il suffira de remarquer que les premiers membres des inégalités (35) et (39) ne peuvent être négatifs, pour déduire des relations (35), (37), (38) et (39) les inégalités suivantes:

$$0 < \mathfrak{J} - \int_{(D')} R_j^2 d\tau < 3\mu.$$

Ces inégalités prouvent que l'intégrale (36) a le nombre  $\mathfrak{J}$  pour limite lorsque le domaine  $(D')$  tend d'une façon quelconque vers le domaine  $(D)$ , sans toutefois cesser de rester intérieur à ce dernier. Donc l'intégrale

$$\int_{(D)} R_j^2 d\tau$$

a bien un sens et l'on a:

$$(40) \quad \int_{(D)} R_j^2 d\tau = \mathfrak{J}.$$

En se reportant à (28), on conclura immédiatement de ce qui précède que l'intégrale (26) a aussi une valeur finie parfaitement déterminée. Il ne reste donc plus qu'à établir la formule (27). L'équation (28) donne:

$$\int_{(D)} \left\{ \sum_{k=1}^{j-1} U_k \right\}^2 d\tau = \int_{(D)} \left\{ U - R_j \right\}^2 d\tau,$$

d'où

$$\int_{(D)} U^2 d\tau - \int_{(D)} \left\{ \sum_{k=1}^{j-1} U_k \right\}^2 d\tau = 2 \int_{(D)} U R_j d\tau - \int_{(D)} R_j^2 d\tau,$$

ce qui donne:

$$\left| \int_{(D)} U^2 d\tau - \int_{(D)} \left\{ \sum_{k=1}^{j-1} U_k \right\}^2 d\tau \right| < 2 \sqrt{\int_{(D)} U^2 d\tau \int_{(D)} R_j^2 d\tau} + \int_{(D)} R_j^2 d\tau,$$

relation qui, moyennant les relations (34) et (40), donne à son tour:

$$\left| \int_{(D)} U^2 d\tau - \int_{(D)} \left\{ \sum_{k=1}^{j-1} U_k \right\}^2 d\tau \right| < 2 \sqrt{\varepsilon} \sqrt{\int_{(D)} U^2 d\tau} + \varepsilon.$$

Or il est permis de prendre  $\varepsilon$  arbitrairement petit. Par conséquent la relation (27) aura bien lieu. C'est précisément ce qu'il nous restait à établir.

Remarque. Il est aisé de voir que, dans l'énoncé du théorème que nous venons de démontrer, il est permis de remplacer l'hypothèse d'après laquelle les fonctions  $U_1, U_2, U_3 \dots$  seraient des fonctions harmoniques à l'intérieur du domaine  $(D)$  par l'hypothèse suivante: la série (25) est uniformément convergente dans toute l'étendue de tout domaine  $(D')$  intérieur au domaine  $(D)$ . On devra, bien entendu, conserver les hypothèses relatives aux intégrales (23) et (24).



Voici un corollaire important du théorème précédent. Les hypothèses de ce théorème étant vérifiées, désignons par  $f$  une fonction telle que l'intégrale:

$$\int_{(D)} f^2 d\tau \quad (41)$$

ait un sens. Quelle que soit d'ailleurs la fonction  $f$ , on aura:

$$\int_{(D)} U f d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} \int_{(D)} U_k f d\tau. \quad (42)$$

On peut même ajouter ceci: supposons que la fonction  $f$  contienne un certain nombre de paramètres  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$  et admettons que l'on ait:

$$\int_{(D)} f^2 d\tau < A$$

en désignant par  $A$  une constante positive déterminée, pourvu que les systèmes de valeurs des paramètres  $\xi_1 \dots \xi_n$  ne cessent pas de faire partie d'un certain ensemble  $(E)$ . Dans ces conditions la série (42) sera uniformément convergente par rapport à l'ensemble  $(E)$  des systèmes de valeurs des paramètres  $\xi$ .

§ 7. Revenons aux fonctions  $\psi$  formant la suite (8). Désignons par  $f$  une fonction quelconque à cela près que l'intégrale

$$\int_{(D)} f^2 d\tau \quad (43)$$

ait un sens, puis, en reprenant un raisonnement bien connu<sup>1)</sup>, posons:

$$C_k = \int_{(D)} \psi_k f d\tau \quad (44)$$

et remarquons que l'on a:

$$\int_{(D)} \left\{ f - \sum_{k=1}^{j-1} C_k \psi_k \right\}^2 d\tau = \int_{(D)} f^2 d\tau - \sum_{k=1}^{j-1} C_k^2.$$

<sup>1)</sup> Voir Stekloff. Sur certaines égalités générales etc. Mémoires de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg, 1904, Nr. 7.

Il résulte immédiatement de là que la série à termes positifs:

$$(45) \quad \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2$$

est convergente et qu'elle satisfait à l'inégalité

$$(46) \quad \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2 \leq \int_{(D)} f^2 dr.$$

Supposons pour un moment que le domaine  $(D)$  soit à deux dimensions et soit  $r$  la plus courte distance d'un point  $A$  pris arbitrairement à l'intérieur du domaine  $(D)$ , à la frontière  $(S)$  de ce domaine. Cela posé définissons la fonction  $f$  qui entre dans les relations (44) et (46) de la façon suivante: désignons d'une façon générale par  $F(B)$  la valeur en un point  $B$  d'une fonction  $F$ , définie dans le domaine  $(D)$ , et envisageons une longueur quelconque  $l$  vérifiant l'inégalité:

$$(47) \quad l < r;$$

posons ensuite:

$$f(B) = \frac{1}{\pi l^2} \text{ ou } f(B) = 0$$

selon que l'on aura:

$$\overline{AB} \leq l \text{ ou } \overline{AB} > l.$$

La formule (44) nous donnera:

$$C_k = \psi_k(A),$$

en vertu du théorème exprimé par la formule (17). La série (45) étant convergente il en sera de même de la série

$$(48) \quad \sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \psi_k(A) \right\}^2$$

et l'inégalité (46) nous donnera en outre:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \psi_k(A) \right\}^2 < \frac{1}{\pi l^2}.$$

Cette relation ayant lieu pourvu que l'inégalité (47) soit vérifiée, on aura forcément aussi:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \psi_k(A) \right\}^2 \leq \frac{1}{\pi r^2}. \quad (49)$$

Si nous avons supposé que le domaine  $(D)$  était à trois dimensions, nous aurions trouvé que dans ce cas aussi la série (48) est convergente mais, au lieu de (49), nous aurions obtenu l'inégalité suivante:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \psi_k(A) \right\}^2 \leq \frac{3}{4 \pi r^3} \quad (50)$$

en désignant comme précédemment par  $r$  la plus courte distance du point  $A$  à la frontière du domaine  $(D)$ .

Reprenons la formule (44) en laissant à la fonction  $f$  toute sa généralité et considérons la série

$$\sum_{k=1}^{\infty} C_k \psi_k(A). \quad (51)$$

Nous avons:

$$\left\{ \sum_{k=j}^{j+m} C_k \psi_k(A) \right\}^2 < \left\{ \sum_{k=j}^{j+m} C_k^2 \right\} \left\{ \sum_{k=j}^{j+m} \left\{ \psi_k(A) \right\}^2 \right\},$$

par conséquent, en vertu de la convergence de la série (45) et de l'une des inégalités (49) ou (50), la série (51) sera absolument et uniformément convergente dans tout domaine intérieur au domaine  $(D)$ . Un théorème classique permet de conclure de ce qui précède que la somme de la série considérée est une fonction harmonique à l'intérieur du domaine  $(D)$ .

J'ajoute ceci: on a:

$$\int_{(D)} \left\{ \sum_{k=j}^{j+m} C_k \psi_k \right\}^2 d\tau = \sum_{k=j}^{j+m} C_k^2,$$

donc, à cause de la convergence de la série (45), la série (51) satisfait aux hypothèses du théorème exprimé par l'égalité (42).



Il résulte de là en particulier ceci: si l'on pose:

$$\psi = \sum_{k=1}^{\infty} C_k \psi_k,$$

on aura:

$$\int_{(D)} \psi^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2$$

et

$$C_k = \int_{(D)} \psi \psi_k d\tau \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

§ 8. Considérons maintenant une fonction  $u$  harmonique à l'intérieur du domaine  $(D)$ , supposons que l'intégrale

$$(52) \quad \int_{(D)} u^2 d\tau$$

ait un sens et posons:

$$(53) \quad A_k = \int_{(D)} u \psi_k d\tau.$$

L'inégalité (46) nous apprend que l'on aura dans tous les cas:

$$(54) \quad \int_{(D)} u^2 d\tau \geq \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2.$$

D'autre part il résulte des remarques faites à la fin du § précédent que, dans certains cas au moins, l'on aura:

$$(55) \quad \int_{(D)} u^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2.$$

Nous allons voir qu'en réalité la relation (55) subsiste dans des conditions extrêmement générales; nous établirons en particulier qu'il existe une classe étendue de domaines où l'égalité considérée est vérifiée sous l'unique condition que l'intégrale (52) ait un sens. Pour arriver à ces résultats nous nous appuyerons sur le lemme suivant:

Lemme. Les notations précédentes étant conservées supposons qu'il existe une suite infinie:

$$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots \quad (56)$$

de fonctions harmoniques à l'intérieur du domaine  $(D)$ , vérifiant les conditions suivantes:

1° L'intégrale:

$$\int_{(D)} \varphi_m^2 d\tau \quad (57)$$

a un sens pour toute valeur entière et positive de l'indice  $m$ .

2° On a:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \int_{(D)} (u - \varphi_m)^2 d\tau = 0. \quad (58)$$

3° On a pour toute valeur entière et positive de l'indice  $m$

$$\int_{(D)} \varphi_m^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_{m,k}^2 \quad (59)$$

en posant:

$$\alpha_{m,k} = \int_{(D)} \varphi_m \psi_k d\tau. \quad (m, k = 1, 2, 3, \dots) \quad (60)$$

Dans ces conditions l'égalité (55) aura sûrement lieu.

Pour établir ce lemme nous nous servirons d'un raisonnement souvent employé dans des cas de ce genre. Posons:

$$\beta_{m,k} = \int_{(D)} (u - \varphi_m) \psi_k d\tau \quad (m, k = 1, 2, 3, \dots) \quad (61)$$

L'inégalité (46) nous donnera:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \beta_{m,k}^2 \leq \int_{(D)} (u - \varphi_m)^2 d\tau. \quad (62)$$

D'autre part, les formules (53), (60) et (61) donnent:

$$\alpha_{m,k} = A_k - \beta_{m,k}.$$

Portons cette expression de  $\alpha_{m,k}$  dans (59); il viendra:

$$\int_{(D)} \varphi_m^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 - 2 \sum_{k=1}^{\infty} A_k \beta_{m,k} + \sum_{k=1}^{\infty} \beta_{m,k}^2. \quad (63)$$

Nous avons:

$$\left\{ \sum_{k=1}^{\infty} A_k \beta_{m,k} \right\}^2 \leq \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 \right\} \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} \beta_{m,k}^2 \right\}.$$

On en conclut:

$$(64) \quad \lim_{m=\infty} \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 - 2 \sum_{k=1}^{\infty} A_k \beta_{m,k} + \sum_{k=1}^{\infty} \beta_{m,k}^2 \right\} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2.$$

en s'appuyant sur les relations (54), (58) et (62). On a d'ailleurs:

$$(65) \quad \lim_{m=\infty} \int_{(D)} \varphi_m^2 d\tau = \int_{(D)} u^2 d\tau.$$

en vertu de l'égalité (58). Les égalités (63), (64) et (65) entraînent l'égalité (55) qu'il s'agissait précisément de démontrer.

§ 9. Je dis d'abord que la relation (55) a sûrement lieu dans le cas où les valeurs périphériques de la fonction harmonique  $u$  coïncident avec celles d'un polynôme entier par rapport aux coordonnées.

En effet, si l'on substitue alors la fonction  $u$  à la fonction  $w$ , premier membre de l'équation (5), il arrivera que l'intégrale (6) satisfera à la condition voulue pour que les théorèmes du § 6 soient applicables à la série formant le second membre de l'équation (5). D'autre part, si l'on pose:

$$\varphi_m = c_0 + \sum_{k=1}^m c_k u_k$$

l'on aura:

$$\varphi_m = \sum_{k=1}^{m+1} b_{m,k} \psi_k$$

en désignant par les  $b$  des nombres constants.

Donc, en vertu du lemme établi au § précédent, la relation (55) sera bien vérifiée dans le cas considéré.

Bornons-nous maintenant à admettre que les valeurs périphériques de la fonction harmonique  $u$  définissent une fonction continue sur la frontière du domaine  $(D)$ . Un théorème classique nous apprend qu'il sera possible alors de former une suite infinie de polynômes:

$$P_1, P_2, P_3, \dots$$



entiers par rapport aux coordonnées et tels que la quantité:

$$|u - P_k|$$

tende *uniformément* vers zéro lorsque le nombre  $k$  croît indéfiniment. Si donc l'on définit la fonction  $\varphi_k$  harmonique dans  $(D)$  par la condition que ses valeurs périphériques coïncident avec celles du polynôme  $P_k$ , on pourra, moyennant le résultat établi il y a un instant, faire usage du lemme du § précédent. On a donc le théorème suivant:

*La relation (55) est sûrement vérifiée lorsque les valeurs périphériques de la fonction  $u$  définissent une fonction continue sur la frontière du domaine  $(D)$ .*

§ 10. Voyons maintenant dans quelle mesure il est possible de débarrasser la démonstration de la relation (55) de l'hypothèse que la fonction  $\omega$  constituée par les valeurs périphériques de la fonction  $u$  est continue.

J'observe tout d'abord ceci: lorsque le domaine  $(D)$  est une portion de plan limitée par une seule courbe fermée régulièrement analytique la relation (55) a lieu sous *l'unique condition* que l'intégrale qui en forme le premier membre ait un *sens*. En effet, j'ai établi au § 10, p. 161 du mémoire cité à la p. 2, le théorème suivant: lorsque le domaine  $(D)$  satisfait à l'hypothèse considérée et lorsqu'une fonction  $u$ , harmonique à l'intérieur de ce domaine, est telle que l'intégrale:

$$\int_{(D)} u^2 d\tau$$

ait un sens, il est toujours possible de faire correspondre à un nombre positif donné  $\varepsilon$ , non nul mais arbitrairement petit, une fonction  $v$ , harmonique dans  $(D)$  et continue sur la frontière, telle que l'on ait:

$$\int_{(D)} (u - v)^2 d\tau < \varepsilon.$$

Moyennant ce théorème et les résultats des deux §§ précédents, on s'assurera immédiatement de l'exactitude de la proposition qui nous occupe.

Laissons maintenant au domaine  $(D)$  sa généralité, mais supposons que la fonction  $u$  soit bornée et que la fonction  $\omega$  représentant

ses valeurs périphériques, ne cesse d'être continue qu'en un nombre fini de points isolés ou, si l'on envisageait le cas de l'espace, que sur un nombre fini de lignes de longueurs finies. Dans ce cas on aura la formule classique:

$$(66) \quad u = \int_{(S)} \omega \frac{dG}{dN} ds$$

en désignant par  $(S)$  la frontière du domaine  $(D)$  et par  $G$  la fonction de Green. Considérons d'abord le cas de deux variables indépendantes et désignons par:

$$(67) \quad A_1, A_2 \dots A_n$$

les points de discontinuité de la fonction  $\omega$ . Désignons par  $\delta$  une petite longueur et portons sur  $(S)$  de part et d'autre du point  $A_k$  deux arcs  $\overline{A_k A_k'}$  et  $\overline{A_k A_k''}$  de longueur  $\delta$ . Cela posé définissons sur  $(S)$  une fonction  $\mu$  de la façon suivante: en tout point de  $(S)$  extérieur à chacun des arcs:

$$\overline{A_1' A_1 A_1''}, \overline{A_2' A_2 A_2''}, \dots^1)$$

posons:

$$\mu = \omega$$

mais en un point  $M$  situé sur un arc  $\overline{A_k' A_k A_k''}$ , déterminons la valeur  $\mu(M)$  de  $\mu$  au moyen de la formule:

$$\mu(M) = \omega(A_k') \frac{2\delta - s}{2\delta} + \omega(A_k'') \frac{s}{2\delta}$$

en désignant par  $s$  la longueur de la portion de l'arc  $\overline{A_k' A_k A_k''}$  limitée par les points  $A_k'$  et  $M$  et en représentant par  $\omega(A_k')$  et  $\omega(A_k'')$  les valeurs de la fonction  $\omega$  en  $A_k'$  et  $A_k''$ . La fonction  $\mu$  étant définie de la façon précédente, posons:

$$(68) \quad v = \int_{(S)} \mu \frac{dG}{dN} ds.$$

Le théorème exprimé par l'égalité (55) sera manifestement applicable à la fonction  $v$ , d'autre part il est aisé de conclure de (66)

<sup>1)</sup> On suppose la longueur  $\delta$  assez petite pour que deux de ces arcs n'aient jamais de point commun.

et (68) que l'on pourra faire correspondre à tout nombre positif  $\varepsilon$  si petit qu'il soit, une valeur assez petite de  $\delta$  pour que l'on ait:

$$\int_{(D)} (u-v)^2 d\tau < \varepsilon. \quad (69)$$

On voit, sans qu'il y ait lieu d'insister, que des considérations du même genre sont applicables au cas de l'espace.

Revenons à un domaine à deux dimensions, supposons encore que la fonction  $\omega$  ne devienne discontinue qu'aux points (67) et, sans admettre maintenant que la fonction  $u$  soit bornée, supposons que, pour toute valeur de l'indice  $k$  le produit:

$$u(M) \cdot \overline{A_k M}^\alpha,$$

où  $\alpha$  représente un nombre positif inférieur à  $\frac{1}{2}$ , tende uniformément vers zéro en même temps que la longueur  $\overline{A_k M}$ . Conservons à la lettre  $\mu$  sa signification de tout à l'heure et envisageons la fonction  $v$  définie par la formule (68). Lorsque la frontière du domaine  $(D)$  vérifie les hypothèses que j'ai adoptées dans mon mémoire: *Sur la fonction de Green et quelques-unes de ses applications*<sup>1)</sup> on s'assurera d'abord, en s'appuyant sur les résultats de ce mémoire, que la formule (66) est encore valable et l'on prouvera ensuite que, pour une valeur assez petite de  $\delta$ , l'inégalité (69) sera vérifiée si petite que soit la valeur que l'on aura préalablement attribuée à  $\varepsilon$ .

Lorsque la frontière du domaine  $(D)$  se compose d'un seul contour, on peut établir qu'en donnant à  $\delta$  une valeur assez petite, on satisfera à l'inégalité (69), sans exclure le cas où la ligne fermée limitant le domaine  $(D)$  aurait des points anguleux rentrants. Ce résultat peut être obtenu de la façon suivante: considérons un des points de l'ensemble (67), soit  $A_k$ , et désignons par  $A_k N_k$  la bissectrice de l'angle formé en  $A_k$  par les arcs  $\widehat{A_k A'_k}$  et  $\widehat{A_k A''_k}$ <sup>2)</sup>, la demi-droite  $A_k N_k$  étant dirigée vers l'intérieur de l'aire  $(D)$ ; cette demi-droite coïncidera évidemment avec la normale intérieure en  $A_k$  à la frontière  $(S)$  du domaine  $(D)$  dans le cas où le point  $A_k$  ne serait pas un point anguleux. Cela posé, considérons un point quelconque

<sup>1)</sup> Bulletin de l'Académie de Cracovie, Novembre 1906.

<sup>2)</sup> Je suppose que cet angle, estimé à l'intérieur du domaine  $(D)$ , ne se réduit ni à zéro ni à  $2\pi$ .

$M$  situé à l'intérieur du domaine  $(D)$  ou sur la frontière, mais distinct du point  $A_k$  et envisageons l'angle  $\theta_k$  formé par la direction  $A_k M$  avec la demi-droite  $A_k N_k$ . Si, comme nous l'admettrons, l'angle  $\theta_k$  est estimé en prenant pour origine la demi-droite  $A_k N_k$  et en orientant le plan d'une façon déterminée, la fonction suivante:

$$(70) \quad \frac{\cos \alpha \theta_k}{\overline{A_k M}^\alpha},$$

considérée comme fonction des coordonnées du point  $M$ , sera une fonction harmonique à l'intérieur du domaine  $(D)$  et uniforme dans ce domaine. Convenons de prendre pour  $\theta_k$  celle des diverses déterminations de cet élément qui devient égale à zéro lorsque le point  $M$  vient sur la demi-droite  $A_k N_k$ . Dans ces conditions toute ambiguïté quant à la fonction (70) aura disparu et l'on reconnaîtra aisément, en tenant compte des inégalités:

$$0 < \alpha < \frac{1}{2},$$

que, pour des valeurs assez petites de  $\overline{A_k M}$ , la fonction (70) sera constamment positive quelle que soit d'ailleurs la position du point  $M$  dans  $(D)$  ou sur la frontière.

Désignons par  $f_k$  une fonction harmonique à l'intérieur du domaine  $(D)$ , nulle en ceux des points de la frontière  $(S)$  où la fonction (70) est positive et égale à cette fonction en tout autre point de la ligne  $(S)$ .

Posons ensuite:

$$F_k = \frac{\cos \alpha \theta_k}{\overline{A_k M}^\alpha} - f_k.$$

La fonction  $F_k$  sera positive dans toute l'étendue du domaine  $(D)$  et, dans le voisinage du point  $A_k$ , l'ordre de grandeur de cette fonction sera celui de l'expression:

$$\frac{1}{\overline{A_k M}^\alpha}.$$

Cela posé voici ce que l'on vérifiera aisément: si petit que soit un nombre positif  $\nu$  différent de zéro et donné à l'avance, il suffira de donner à la longueur  $\delta$  qui intervient dans la définition de



la fonction (68), une valeur assez petite pour que l'on puisse déterminer  $n$  constantes positives vérifiant les inégalités:

$$c_k < \nu \quad (k = 1, 2, \dots, n).$$

et telles que, dans toute l'étendue du domaine  $(D)$ , l'on ait:

$$\|u - v\| < \sum_{k=1}^n c_k F_k.$$

Il résulte immédiatement de là que l'on pourra toujours satisfaire à l'inégalité (69) en donnant à  $\delta$  une valeur assez petite.

D'autre part, en vertu du lemme du § 8 et du théorème du § 9, l'égalité (55) subsiste dans tous les cas où il est possible de satisfaire à (69). On voit donc combien sont générales les conditions dans lesquelles la relation (55) est vérifiée.

§ 11. Démontrons maintenant le théorème suivant: lorsque pour une fonction  $u$  harmonique à l'intérieur du domaine  $(D)$  l'égalité (55) subsiste, on a:

$$u = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \psi_k, \quad (71)$$

la série étant absolument et uniformément convergente dans tout domaine  $(D')$  intérieur au domaine  $(D)$ .

En effet, la série formant le second membre de l'égalité (71) est un cas particulier de la série (51); donc elle est sûrement, absolument et uniformément convergente dans tout domaine  $(D')$  intérieur au domaine  $(D)$ .

D'autre part, en se reportant au § 6, on reconnaîtra que l'égalité (55) entraîne la suivante:

$$\int_{(D)} \left\{ u - \sum_{k=1}^{\infty} A_k \psi_k \right\}^2 d\tau = 0.$$

Par conséquent la formule (71) subsiste en tout point intérieur au domaine  $(D)$ . Le théorème que nous avons en vue est donc établi.

En rapprochant ce résultat de ceux qui ont été établis aux §§ 9 et 10, on se rendra aisément compte du degré de généralité considérable avec lequel la méthode du § 2 permet de résoudre effectivement le *Problème biharmonique*.

§ 12. A titre d'exemple, considérons le cas où il s'agirait de résoudre le Problème biharmonique pour un rectangle<sup>1)</sup> ( $R$ ).

Prenons un sommet  $O$  du rectangle ( $R$ ) pour origine des coordonnées et dirigeons les axes des  $x$  et des  $y$  suivant les côtés  $OA = a$  et  $OB = b$ .

Il est aisé de voir que les fonctions (4) pourront être définies ici de la façon suivante:

$$(72) \quad \left\{ \begin{array}{l} u_1 = x, \quad u_2 = y, \quad u_3 = xy \\ u_{4p} = \left\{ e^{\frac{p\pi}{a}(b-y)} - e^{\frac{p\pi}{a}(y-b)} \right\} \sin \frac{x p \pi}{a} \\ u_{4p+1} = \left\{ e^{\frac{p\pi}{b}x} - e^{-\frac{p\pi}{b}x} \right\} \sin \frac{y p \pi}{b} \\ u_{4p+2} = \left\{ e^{\frac{p\pi}{a}y} - e^{-\frac{p\pi}{a}y} \right\} \sin \frac{x p \pi}{a} \\ u_{4p+3} = \left\{ e^{\frac{p\pi}{b}(a-x)} - e^{\frac{p\pi}{b}(x-a)} \right\} \sin \frac{y p \pi}{b} \end{array} \right. \quad (p = 1, 2, 3, \dots)$$

En effet soit une fonction  $u$  harmonique à l'intérieur du rectangle, continue sur le contour et vérifiant en outre sur celui-ci les conditions de Dirichlet. Ayant déterminé les constantes  $c_0, c_1, c_2$  et  $c_3$  de façon que la différence:

$$u - (c_0 + c_1 x + c_2 y + c_3 xy)$$

s'annule aux quatre sommets du rectangle ( $R$ ), on conclura aisément de la théorie classique des séries trigonométriques que l'on pourra déterminer les constantes  $c_4, c_5, \dots$  de façon que l'on ait:

$$u = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k u_k$$

la série du second membre étant uniformément convergente à l'intérieur du rectangle et sur son contour. Il en sera évidemment à plus forte raison ainsi dans le cas où les valeurs périphériques de

<sup>1)</sup> Ce problème a déjà été étudié par M. Kojalowicz dans le travail suivant: *Sur une équation aux dérivées partielles du 4-e ordre* (en langue russe), St. Pétersbourg 1902, mais la méthode de cet auteur est moins générale que celle que nous donnons et, dans les applications, elle exige des calculs numériques très pénibles.

la fonction  $u$  coïncideraient avec celles d'un polynôme entier en  $x$  et  $y$ . Par conséquent la méthode exposée dans les pages précédentes sera applicable au rectangle. D'ailleurs le calcul des fonctions  $\psi_k$ , définies par les formules (7), pourra se faire ici avec la plus grande facilité.

Le cas du parallélépipède rectangle pourrait, on le voit sans peine, être traité d'une façon tout à fait analogue.

Il serait évidemment aisé de multiplier des exemples analogues aux précédents. Sans insister là-dessus montrons, en passant à une application d'un ordre plus général, qu'il est aisé de former, à l'aide des fonctions  $\psi_k$ , la fonction appelée quelquefois *fonction de Green du second ordre*. Cette fonction peut être définie de la façon suivante: désignons par  $G(A, B)$  la fonction de Green classique relative au domaine  $(D)$  et aux points  $A$  et  $B$ ; posons ensuite:

$$\Phi(A, B) = \int_{(D)} G(A, C) G(B, C) dx_c,$$

où  $dx_c$  représente l'élément du domaine  $(D)$  relatif au point  $C$ .

Cela posé considérons la fonction  $H(A, B)$  qui, regardée comme fonction des coordonnées du point  $B$ , est une fonction biharmonique s'annulant à la frontière et telle que sa dérivée prise suivant la normale à la frontière  $(S)$  du domaine  $(D)$ , soit égale à celle de la fonction  $\Phi(A, B)$ . La fonction  $G_2(A, B)$  définie par l'équation:

$$G_2(A, B) = \Phi(A, B) - H(A, B) \quad (73)$$

sera précisément la fonction de Green du second ordre. Cette fonction est, comme on le sait et comme on le vérifierait sans peine, une fonction symétrique par rapport aux points  $A$  et  $B$ .

Désignons par  $F(A, B)$  le résultat obtenu en appliquant à la fonction  $G_2(A, B)$  l'opérateur  $\Delta$  de Laplace, une première fois par rapport aux coordonnées de l'un des points  $A$  ou  $B$  et une seconde fois par rapport à celles du second de ces points.

La fonction  $F(A, B)$  sera une fonction harmonique des coordonnées de chacun des points  $A$  et  $B$ , elle sera symétrique par rapport à ces points et elle jouira en outre de la propriété suivante: on aura identiquement:

$$\int_{(D)} u(B) F(A, B) dx_B = -u(A)$$

en désignant par  $d\tau_B$  l'élément du domaine  $(D)$  relatif au point  $B$  et en représentant par  $u(B)$  une fonction harmonique dans  $(D)$  assujettie seulement à certaines conditions d'un ordre très général. Cela posé il est aisé de voir que l'on aura:

$$F(A, B) = - \sum_{k=1}^{\infty} \psi_k(A) \psi_k(B)^1.$$

On conclura facilement de là et de la formule (73) que l'on a:

$$(74) \quad G_2(A, B) = \Phi(A, B) - \sum_{k=1}^{\infty} \Phi_k(A) \Phi_k(B)$$

en posant d'une façon générale:

$$\Phi_k(C) = \int_{(D)} \psi_k(M) G(C, M) d\tau_M.$$

La série (74) est, il est aisé de le voir, uniformément et absolument convergente lorsque l'un des points  $A$  ou  $B$  se déplace d'une façon quelconque dans le domaine  $(D)$ . Si l'on remarque encore que l'on a:

$$\int_{(D)} G(A, B)^2 d\tau_B \geq \sum_{k=1}^{\infty} \left| \Phi_k(A) \right|^2$$

et que l'intégrale du premier membre de cette égalité tend vers zéro en même temps que la plus courte distance du point  $A$  à la frontière du domaine  $(D)$ , on s'assurera, avec un peu d'attention, que la série (74) est absolument et uniformément convergente lorsque les points  $A$  et  $B$  se déplacent l'un et l'autre d'une façon quelconque dans le domaine  $(D)$ .

La formule (74) donne le moyen de calculer effectivement la solution du *Problème des plaques élastiques encastrées*.

Ce Problème consiste, on le sait, à déterminer une fonction  $v$  s'annulant sur la frontière  $(S)$  d'une aire donnée  $(D)$ , telle que sa

<sup>1)</sup> Il est possible d'établir en toute rigueur que la fonction  $F(A, B)$  satisfera à toutes les conditions voulues pour que le développement précédent soit légitime, dans le cas où le domaine considéré vérifie les hypothèses que j'ai adoptées dans le mémoire cité p. 23.



dérivée par rapport à la normale à la ligne  $(S)$  soit nulle aussi et telle enfin que l'équation:

$$\Delta^2 v = f(x, y),$$

où  $f(x, y)$  est une fonction donnée des coordonnées rectangulaires soit vérifiée à l'intérieur du domaine  $(D)$ . Or on sait que l'on a:

$$v = \int_{(D)} f \cdot G_2 \, d\tau.$$

Donc la formule (74) permettra de représenter la fonction  $v$  au moyen d'une série absolument et uniformément convergente dans tout le domaine  $(D)$ .

2. *O trójaldehydzie mezytylenowym (1. 3. 5. — trójmetylalbenzenie). — Über Mesitylen-Trialdehyd (1. 3. 5. Trimethylal-Benzen).* Note de M. **JEAN BIELECKI**, présentée par M. L. Marchlewski m. t.

Zu den organischen Verbindungen, deren Moleküle am besten zu allerlei Synthesen geeignet sind, gehören zweifellos die Aldehyde. Außer der praktischen Bedeutung, die viele Repräsentanten dieser Gruppe besitzen, sind sie auch die fruchtbarsten synthetischen Mittel der organischen Chemie. Zu den am besten untersuchten Aldehyden gehören nur die einwertigen Aldehyde, sowohl die der aliphatischen wie auch die der aromatischen Reihe. Von den mehrwertigen kennt man bis jetzt einige aliphatische Dialdehyde und drei aromatische, nämlich die Phthalaldehyde. Es ist eine auffallende Tatsache, daß man bis jetzt keine mehrwertigen Aldehyde, weder aliphatische noch aromatische, erhalten hat, obwohl sehr zahlreiche mehrwertige Alkohole, Phenole, Ketone und Säuren bekannt sind.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Anhäufung vieler Aldehydgruppen in einem Molekül zu Verbindungen führen kann, die sich durch große Reaktionsfähigkeit auszeichnen und daß die Erkennung ihrer Eigenschaften auch praktisch fruchtbringend sein kann, habe ich die Darstellung der aromatischen Trialdehyde und vor allem des einem symmetrischen Trimethylbenzol entsprechenden Trialdehyds, d. h. 1. 3. 5 Trimethylalbenzens, unternommen.

Die ausgeführten Versuche haben mich bald belehrt, daß die

klassischen Darstellungsmethoden der Aldehyde keine allgemeinen Methoden sind, weil sie entweder schlechte Ausbeuten und unreine Produkte liefern, oder zur Darstellung von nur wenigen Gliedern der Reihe geeignet sind.

Um die Anwendbarkeit der Darstellungsmethode der Aldehyde durch Erhitzen des Kalziumsalzes irgend einer Säure mit ameisensaurem Kalzium zu versuchen, habe ich benzoesaures Kalzium mit Kalzium-Formiat in verschiedenem Verhältnis gemengt, unter vermindertem Druck destilliert, jedoch keine günstigen Resultate erhalten.

Dann habe ich versucht, die aromatischen Aldehyde durch Verseifung entsprechender Halogenderivate der Kohlenwasserstoffe darzustellen. Um eine Methode für Mesitylen auszuarbeiten, habe ich zunächst die Versuche über Chlorierung von m-Xylol angestellt. Da aber die Chlorierung bei Siedetemperatur sehr geringe Ausbeuten liefert, habe ich verschiedene Katalysatoren, wie Jod,  $\text{P Cl}_5$ ,  $\text{Al Cl}_3$  angewandt.

Bei Anwendung von  $\text{Al Cl}_3$  habe ich einen in der Litteratur noch nicht beschriebenen Körper erhalten. Das Darstellungsverfahren war folgendes. In einem Kolben mit 16 gr. m-Xylol und 1 gr.  $\text{Al Cl}_3$  unter Rückflußkühler wurde bei Siedetemperatur Chlor (aus 39 gr.  $\text{K MnO}_4$  und 260 cm<sup>3</sup> konz.  $\text{H Cl}$ ) eingeleitet. Der Verlauf der Reaktion ist sehr stürmisch: die Flüssigkeit wird anfangs braun, dann vollständig dick und aus dem Rückflußkühler entweichen reichliche  $\text{H Cl}$ -Dämpfe. Das Reaktionsprodukt wird mit siedendem Alkohol mehrere Male behandelt um Tetrachlorxylylen auszuziehen. Nach mehrmaligem Umkristallisieren und Kochen mit Tierkohle habe ich seidenglänzende, feine, lange Nadeln vom Sdp. 223—223,5°C (korr.) erhalten.

Die Elementaranalyse dieses Körpers hat folgende Resultate geliefert:

0.1090 gr. Substanz gaben: 0.1546 gr.  $\text{CO}_2$  und 0.0188  $\text{H}_2\text{O}$ .

0.1218 gr. Substanz gaben: 0.2872 gr.  $\text{Ag Cl}$ .

Berechnet für  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH Cl}_2)_2$ : 38.62% C, 1.92% H, 58.29% Cl.  
Gefunden: . . . . . 39.36% C, 2.48% H, 58.14% Cl.

Die erhaltenen Werte zeigen, daß man hier wirklich mit einem Tetrachlorderivat von Xylol zu tun hat, das, wenn alle vier Chloratome in den Seitenketten vorhanden wären, uns einen entsprechenden

Phthalaldehyd liefern sollte. Da alle Versuche, diese Verbindung in Isophthalaldehyd überzuführen, erfolglos blieben, so muß man annehmen, daß dieses Chlorderivat alle Chloratome nicht in den Seitenketten enthält.

Wenn also die Chlorierung von einem so einfachen Kohlenwasserstoff wie m-Xylol zu keinem einheitlichen Produkt führt, konnte man nicht annehmen, daß man auf diesem Wege zum entsprechenden Chlorderivat von Mesitylen gelange.

Man mußte eine andere Methode suchen. Von der Tatsache ausgehend, daß der Ring der azetylierten Phenole gegen Oxydation mehr beständig ist als freie Phenole, haben bekannterweise J. Thiele u. E. Winter<sup>1)</sup> gefolgert, daß die aromatischen Verbindungen, die in den Seitenketten Alkylgruppen enthalten, in einem Gemisch von Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure unter gleichzeitigem Azetylieren sich oxydieren sollten. Diese Voraussetzung wurde bestätigt, weil die Methylgruppen der aromatischen Verbindungen auf diese Weise nur zur Aldehydgruppe sich oxydieren lassen. Diese Aldehydgruppe wird in Gegenwart von Essigsäureanhydrid natürlich in eine Diazetatgruppe übergeführt. Nach dieser Methode haben J. Thiele und E. Winter zweiwertige Phthalaldehyde und einige einwertige Aldehyde dargestellt.

Entsprechend modifiziert und auf Mesitylen angewandt, hat diese Methode endlich zum gewünschten Resultate, zur Darstellung von Mesityltrialdehyd, geführt.

Nach sehr zahlreichen Versuchen der Oxydation von Mesitylen unter verschiedenen Bedingungen gab das folgende Verfahren das beste Resultat:

Zu einem Gemisch von 150 gr. Essigsäureanhydrid und 50 gr. Eisessig, auf 0°C abgekühlt, setze ich nach und nach 25 gr. konz. Schwefelsäure und 2.5 gr. Mesitylen hinzu. Darauf versetze ich die Mischung im Laufe von 5—6 Stunden bei 0° mit 12 gr. festen Chromsäureanhydrid. Das Reaktionsprodukt wird auf Eis gegossen, der erhaltene kleine Niederschlag abfiltriert und das Filtrat mit Äther extrahiert, mit Soda neutralisiert und abdestilliert. Wird die zurückgebliebene Masse in heißem Methylalkohol aufgelöst, so kristallisiert sie in feinen, kurzen Nadeln vom Smp. 118°.

Nach mehrmaligem Umkristallisieren aus Methylalkohol erhält

<sup>1)</sup> Thiele und Winter, Ann. **311**, S. 353—362 (1900).



man feine Nadeln von konstantem Schmelzpunkt 125—126°C (korr.); die Ausbeute beträgt 0.25 gr.

Die über  $\text{H}_2\text{SO}_4$  getrocknete Verbindung wurde analysiert. 0.1298 gr. Substanz gaben: 0.2612 gr.  $\text{CO}_2$  und 0.0630 gr.  $\text{H}_2\text{O}$ . Berechnet für  $\text{C}_6\text{H}_3[\text{CH}(\text{OOCCH}_3)_2]_3$ : 53.82% C und 5.17% H. Gefunden . . . . . 54.85% C und 5.39% H.

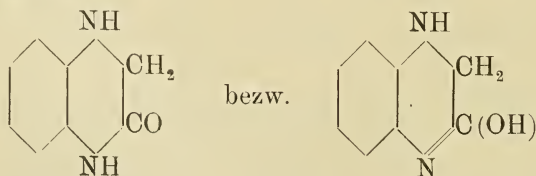
Das erhaltene Mesitylentialdehyd-hexaazetat durch Kochen mit 4% Salzsäure verseift, gibt nach dem Erkalten einen kristallinen Körper vom Schmelzpunkt 94°C, den gesuchten Mesitylentialdehyd. Die Menge des erhaltenen Trialdehyds war aber zu klein, um verschiedene Derivate darzustellen und eine Elementaranalyse auszuführen.

Die oben beschriebenen Untersuchungen konnten, obwohl sie schon vor fünf Jahren in Angriff genommen worden waren, aus von mir unabhängigen Gründen zum erwünschten Ziel noch nicht geführt werden. Da ich aber jetzt Aussicht habe, auf einem ganz andern Wege eine größere Menge von Mesitylentialdehyd darzustellen und dessen chemisches Verhalten zu erforschen, so beschränke ich mich diesmal auf diese vorläufige Mitteilung.

Genf, Universitäts-Laboratorium und Warschau, Laboratorium des Museums für Industrie und Landwirtschaft.

3. *Dwuhydrooksychinoksalin i jego pochodne. — Dihydrooxychinoxalin und seine Derivate.* Note de M. **Z. MOTY-LEWSKI**, présentée par M. L. Marchlewski m. t.

Die Verbindung



welche zuerst von Plöchl<sup>1)</sup> durch Reduktion des o-Nitrophenylglyzins erhalten wurde, versuchte Hinsberg<sup>2)</sup> durch Einwirkung

<sup>1)</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **19**, S. 8.

<sup>2)</sup> Annal. d. Chem. **272**, S. 251.



des Monochloressigsäureesters auf o-Phenylendiamin, also nicht durch die Reaktion, die ihn bei Anwendung von o-Toluyldiamin zu Toludihydrooxychinoxalin, also zu einer homologen Verbindung, geführt hatte, darzustellen; dies gelang ihm jedoch nicht. Von der Überzeugung geleitet, daß mittels dieser Reaktion unter geeigneten Bedingungen das Dihydrooxychinoxalin sich erhalten ließe und in der Hoffnung, auf diese Weise zu einer allgemeinen Methode der Darstellung der Körper dieser Gruppe zu gelangen, habe ich versucht, ob o-Phenylendiamin mit Monochloressigsäure nicht etwa direkt und zwar unter Mitwirkung von Zinkstaub, resp. Eisen-, Aluminium- oder Magnesiumpulver in Reaktion eintrete.

Dieser Fall trat wirklich ein. Als geeignetes Kondensationsmittel erwies sich der Zinkstaub. Das Produkt der Reaktion wurde mit Wasser ausgezogen, die aus Wasser abgeschiedenen Kristalle in Benzol aufgenommen und nach dem Abdestillieren des Benzols aus Wasser umkristallisiert. Es wurden hellgelbe Nadeln des Dihydrooxychinoxalins erhalten, welche 1 Molekül Kristallwasser enthielten und bei 96—97° schmolzen. Die wasserfreie Verbindung wies den Schmelzpunkt 130—131° auf. Dank der guten Ausbeute der Reaktion ließen sich die Eigenschaften des Dihydrooxychinoxalins genauer studieren.

In Säuren und Alkalien war der Körper leicht löslich. Mit Goldchlorid, Platinchlorid und Silbernitrat gab er stark mit freien Metallen verunreinigte Verbindungen. Von den Verbindungen mit Säuren ließen sich das Ferrocyanwasserstoffsäuresalz  $C_8H_8N_2O \cdot H_4Fe(CN)_6$  durch Zusammenbringen der freien Base mit Ferrocyanwasserstoffsäure in alkoholischer Lösung erhalten.

Durch Azetylierung des Dihydrooxychinoxalins nach der Methode von Liebermann und Hörmann wurde ein Azetylderivat vom Schmp. 166° und der Formel  $C_8H_7N_2O(CH_3CO)$ , — durch Benzoylierung mit Benzoylchlorid bei Gegenwart von Kaliumkarbonat ein Benzoylderivat vom Smp. 210—211° und der Formel  $C_8H_7N_2O \cdot (C_6H_5CO)$  erhalten.

Salpetrige Säure gab mit Dihydrooxychinoxalin ein Nitrosoderivat vom Smp. 164° und der Zusammensetzung  $C_8H_7N_2O(NO)$ . Wurde das Dihydrooxychinoxalin einige Stunden auf 120° erhitzt, so verlor es sein Kristallwasser und dann auch 2 Wasserstoffatome und es entstand ein gelber Körper von der Formel  $C_8H_6N_2O$  und Schmp. 223—230°. Diese Verbindung war nicht kristallisierbar. Eine

homologe Verbindung hatte auch Hinsberg<sup>1)</sup> aus seinem Toluoxydihydrochinoxalin erhalten. Dieser Autor vermutet, daß seine Verbindung durch Verschiebung der  $\text{CH}_3$ -Gruppe gebildet wird. Da aber Dihydrooxychinoxalin sich ebenso verhält, so scheint diese Vermutung nicht stichhaltig zu sein.

Eine mit der zuletzt beschriebenen isomere Verbindung, also von der Formel  $\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$ , welche aus Wasser in farblosen Nadeln vom Schmp.  $269^\circ$  kristallisierte, wurde durch Oxydation des Dihydrooxychinoxalins mit Kaliumpermanganat oder durch rasche Destillation des Dihydrooxychinoxalins erhalten. Mit ammoniakalischer Silber- oder Kupferazetatlösung liefert dieses Oxydationsprodukt ein Silber-, bzw. ein Kupfersalz. Durch Oxydation mit Chromsäure wurde das Dihydrooxychinoxalin in o-Phenylenoxamid  $\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$  (Schmp.  $410^\circ$ ) übergeführt.

Das Phenylenoxamid gab ebenfalls ein Silber-, sowie auch ein Kupfersalz, welche sich ganz ähnlich wie die eben erwähnten Silber- und Kupfersalze verhielten. Das Phenylenoxamid ließ seine Sauerstoffatome mit Chloratomen ersetzen unter Bildung eines Substitutionsproduktes vom Schmp.  $149\text{--}150^\circ$  und der Zusammensetzung  $\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2\text{Cl}_2$ .

4. *Pasmo Przedborskie. — La chaîne de Przedborz.* Mémoire de M. J. LEWIŃSKI, présenté par M. L. Szajnocha m. c.  
(Planche I).

Le présent travail qui n'est que la continuation de mes explorations concernant les dépôts jurassiques des versants oriental et septentrional des montagnes de Święty Krzyż, s'occupe du Jurassique et partiellement du Crétacé développés dans la partie septentrionale du versant ouest du plateau central de la Pologne. La région en question forme une bande étroite qui s'étend de l'ouest à l'est où les affleurements des sédiments anciens apparaissent groupés en rangs dirigés principalement du nord-ouest vers le sud-est. Ces affleurements dispersés dans la partie occidentale, entre Przedborz et Sulejów, où le paysage est déterminé par les dépôts glaciaires, s'élargissent dans la partie orientale et forment une vérita-

<sup>1)</sup> Annal. d. Chem. **237**, S. 361.

ble chaîne de montagnes qui commence près de Przedborz et finit à Żeleźnica où elle est traversée par la large vallée de la Żeleźnica. Plus loin à l'est, sur l'autre bord de la vallée de la Żeleźnica, apparaissent les derniers affleurements du Jurassique qu'on peut rapporter à la chaîne de Przedborz.

Dans le Royaume de Pologne il n'y a pas peut-être beaucoup de régions qui puissent offrir une telle diversité de types de paysage sur une étendue relativement si petite. Au nord, depuis Piotrków et Sulejów jusqu'à la frontière septentrionale des affleurements jurassiques, s'étend une vaste plaine sablonneuse dans laquelle sont dispersées des nombreuses collines longues et étroites, composées de gravier fin et de sable. De telles digues qu'on doit rapporter aux oesars, sont dispersées près de Lipowczyce, Dęby Podolskie, Klizyn, Dorszyn; les plus grandes d'entre elles se trouvent dans les forêts à l'est de Józefów. Au sud de Lipowczyce les sables diluviens cèdent la place aux argiles glaciaires bruns jaunâtres à blocs erratiques; le type du paysage change aussi brusquement. La vaste plaine sablonneuse est remplacée par une contrée accidentée parsemée de nombreuses collines à contours arrondis; des petites cuvettes sans écoulement sont placées souvent entre ces collines; les thalwegs sont remplis de tourbe. La nappe d'argile glaciaire devient parfois très mince, les roches plus anciennes émergent, et ces affleurements se disposent en bandes orientées du nord-ouest au sud-est. Dans la partie orientale de cette région, plus près de la Pilica, parmi les collines arrondies apparaissent inopinément des montagnes assez élevées, solitaires, comme les montagnes Chelmowa et Bąkowa, composées exclusivement de roches anciennes.

Dans la chaîne de Przedborz proprement dite, les dépôts glaciaires jouent un rôle subordonné. Les contours topographiques ne sont déterminés que par le gisement des roches anciennes et par leur formes de désagrégation. La chaîne de Przedborz est composée par deux bandes d'affleurements parallèles, divisées par une vallée très large, marécageuse, sablonneuse aux bords, dans laquelle coule la rivière Żeleźnica. Cette vallée commence au nord près de Nosolowice, atteint une largeur de six et une longueur de près de vingt kilomètres et se dirige du nord-ouest vers le sud-est. Près de Dąbrówka et de Ostre Górki, elle se relie sans arête de partage apparente au bassin de la Łośnia qui, dans sa partie septentrionale, possède les mêmes particularités.



Les affleurements du Jurassique qui appartiennent à la partie orientale de la chaîne de Przedborz, apparaissent comme autant d'îlots solitaires qui émergent des sables s'étendant largement à l'est de la vallée de la Żeleźnica et occupant la dépression entre les affleurements du Jurassique d'un côté, du Jurassique et du Keuper de l'autre. Les affleurements jurassiques forment une bande de collines qui passe près de Wólka, de Lasocin aux environs d'Ewelinów, en déterminant le bord oriental de la vallée de la Żeleźnica. À l'est de cette bande de collines s'étend une plaine recouverte de sables à bruyère qui masquent de nouveau les roches anciennes sur près de  $1\frac{1}{2}$  kilom. Les roches anciennes n'apparaissent que sur la limite orientale de cette plaine, près de Łopuszno, de Wielebnów, de Mnin, et plus au nord où le Jurassique et les grès du Keuper se trouvent à découvert.

La partie occidentale de la chaîne de Przedborz apparaît au contraire comme une chaîne de montagnes, pas trop élevée, mais bien marquée cependant. Cette chaîne commence topographiquement par les collines de Przedborz et de la montagne Majowa entre lesquelles passe la Pilica; plus au nord, les couches jurassiques apparaissent à la surface, mais elles n'y forment pas de chaîne orographique. Les affleurements des roches anciennes constituent une crête élevée, assez large et plate, qui commence près de Przedborz et de la montagne Majowa, le long du village de Policzko jusqu'à la colonie de Henryków; cette crête domine d'une cinquantaine de mètres la vallée de la Pilica à l'ouest, la vallée de la Żeleźnica à l'est. La structure de cette chaîne se complique singulièrement au sud de Henryków. Elle s'élargit et se divise en deux chaînes distinctes qui entourent une cuvette fermée dans laquelle est situé le village de Józefów; ces deux chaînes se relient de nouveau au nord du village de Żeleźnica. Ces deux chaînes possèdent une singulière structure asymétrique: leur versant tourné vers le milieu de la cuvette a une pente très faible et régulière jusqu'à la crête; leur versant extérieur, tourné vers les vallées de la Żeleźnica d'un côté, de la Pilica de l'autre, qui domine les villages de Dobromierz, Boża Wola et Stara Wieś à l'ouest, les villages de Mojżeszyn, Mokre Góry et Suche Góry à l'est, se termine par des escarpements hauts de quelques dizaines de mètres. Au pied de ces falaises, au pied du versant oriental de même qu'à celui du versant occidental, sont disposées des collines arrondies qui s'abaissent graduellement vers



le fond des vallées. Cette configuration ne dépend que de la structure géologique de la chaîne même, comme j'essayerai de le démontrer.

La stratigraphie des dépôts jurassiques de la chaîne de Przedborz présente des difficultés sérieuses, causées principalement par les faibles dimensions de leurs affleurements. Les endroits où les roches anciennes sont à découvert sont assez nombreux, mais toutes les coupes sont petites dont presque aucune ne laisse apercevoir qu'une série de couches. Il n'y a nulle part une coupe plus grande où l'on pourrait observer directement la superposition des couches différentes. La reconstruction de cette superposition basée sur l'observation des coupes différentes est tout aussi difficile, puisque ces coupes sont assez éloignées les unes des autres, et les accidents tectoniques compliquent leurs rapports mutuels. Le manque de fossiles, le type facial et la composition pétrographique très monotone, au moins dans les assises supérieures, s'ajoutent à ces difficultés. Les assises inférieures sont plus faciles à reconnaître, mais elles n'apparaissent que dans des localités isolées et ne jouent pas un rôle plus important dans la structure de la chaîne de Przedborz.

1) Le dépôt jurassique le plus ancien que j'ai trouvé dans la région décrite est représenté par des calcaires bruns, ferrugineux et sablonneux qui apparaissent entre Wólka et Lasocin, en face de Budziszów. Ces couches apparaissent en forme de bande étroite inclinée fortement vers l'est où elle plonge sous des roches plus jeunes. La faune que j'ai trouvée dans ces calcaires, notamment: *Belemnites* aff. *canaliculatus* Schlot., *Astarte depressa* Gf., *Avicula Münsteri* Gf., *Ostrea* cf. *costata* Sow., prouve qu'on doit les rapporter à l'étage callovien, vraisemblablement au niveau supérieur à *Cosmoceras ornatum*, en faveur de quoi parle le fait qu'ils se trouvent immédiatement au-dessous des calcaires de l'Oxfordien inférieur. Le Callovien trouvé par moi dans la chaîne de Przedborz, sur le versant occidental des montagnes de Święty Krzyż, confirme l'opinion de Zejszner qui attribuait l'âge callovien à des calcaires bruns trouvés par lui aux environs de Małogoszcz, de Brzegi et de Górki.

2) Les couches suivantes sont composées d'un calcaire jaunâtre, très dur, qui apparaît dans une colline au nord de Lasocin, immédiatement à l'est de la route qui traverse encore les cal-

caires ferrugineux du Callovien qui constituent évidemment la base du calcaire jaunâtre. Ce calcaire appartient à l'Oxfordien inférieur, à la zone de *Cardioceras cordatum* (sous-étage neuvizyen), ce qui est prouvé par la faune qui s'y trouve, savoir: *Belemnites hastatus* Montfort, *Terebratula* aff. *Stutzi* Haas, *Lima ovatissima* Qu. Le calcaire neuvizyen est incliné conformément au Callovien, jusqu'à 60—70° à l'est-nord-est.

L'Oxfordien inférieur sur le versant occidental des montagnes de Świąty Krzyż n'est pas limité à cette localité seulement. J'ai réussi à le retrouver plus au sud dans la chaîne de la Nida, sur une étendue considérable, avec une faune d'ammonites typique et avec *Cardioceras cordatum*.

3) Je considère comme immédiatement plus jeune, appartenant à l'Oxfordien supérieur (sous-étage argovien) à la zone de *Peltoceras transversarium*, un calcaire gris compact qui apparaît quelques centaines de pas plus loin au sud, dans une autre colline qui porte un signal topographique. Ce calcaire contient *Perisphinctes plicatilis* Sow. et *Perisphinctes Lucingensis* Favre. La superposition immédiate au calcaire jaunâtre de l'Oxfordien inférieur n'est pas visible, mais la position topographique et l'absence à la base de la colline de calcaires calloviens prouvent que les données stratigraphiques seules suffisent pour le rapporter à un niveau supérieur que le calcaire découvert dans la colline précédente.

La détermination de l'âge des calcaires jurassiques de Wielebnów et de Łopuszno où je n'ai point trouvé de fossiles, et de Mnin où je n'ai même pas trouvé le calcaire mentionné par Michalski, est bien difficile. Le calcaire de Wielebnów et de Łopuszno, très dur, compact et jaunâtre, rappelle vivement le calcaire de Lasocin rapporté plus haut au niveau de *Peltoceras transversarium*. Le même âge est suggéré par les fossiles cités par Michalski, notamment: *Terebratula bisuffarcinata* Ziet., *Rhynchonella lacunosa*, var. *avolica* Opp., *Terebratula insignis* Schübl.(?), *Perisphinctes plicatilis* Sow. Je rapporte en somme provisoirement les calcaires de Wielebnów, de Łopuszno et de Mnin au niveau de *Peltoceras transversarium*.

Les affleurements de Wielebnów, de Łopuszno et de Mnin sont disposés en une rangée orientée du nord-ouest au sud-est et présentent tous la même inclinaison sud-ouest; à l'est ils sont bordés d'affleurements du Keuper. Au contraire, la ligne occidentale

d'affleurements jurassiques: le Callovien et l'Oxfordien entre Wólka et Lasocin, situés à 2 kil. à l'ouest, présente une inclinaison opposée, vers le nord-est, atteignant 60—70°.

4) La division en niveaux distincts de toute la masse des dépôts suprajurassiques qui participent à la structure des chaînes jurassiques occidentales, est beaucoup plus difficile. Ces chaînes se composent de calcaires coralliens, d'oolithes, de bancs d'huîtres, de calcaires oolithiques qui appartiennent exclusivement aux parties supérieures du Suprajurassique, vraisemblablement de l'Astartien en haut. Les affleurements de ces roches se répètent plusieurs fois, vu que les dépôts ont subi un plissement, et les plis sont partiellement érodés. Je n'ai trouvé nulle part de dépôts que je pourrais rapporter au niveau de *Peltoceras bimammatum* au sous-étage rauracien, si typiquement développé sur les versants septentrional et oriental des montagnes de Świąty Krzyż, sous l'aspect de calcaire rocheux à spongiaires. Les assises du Séquanien supérieur, du sous-étage astartien, développées dans quelques types faciaux dont les rapports réciproques ne sont pas tout à fait clairs, sont les dépôts les plus anciens de la partie occidentale de la chaîne de Przedborz.

Je rapporte à ce sous-étage les dépôts suivants:

a) A ce qu'il me semble, le niveau le plus ancien dans la partie occidentale de la chaîne de Przedborz est formé par un banc d'huîtres composé d'une quantité innombrable d'*Ostrea pulligera* Gf. contenue dans un ciment marneux. Un tel banc apparaît à la base orientale du versant oriental de la chaîne de Przedborz, au pied des collines où est situé le village de Policzko. Michalski cite un banc pareil aux environs de Dobromierz où il apparaît aussi au pied d'une colline, mais sur son versant occidental (un peu plus haut j'ai trouvé du calcaire kimeridgien). Pusch le mentionne comme le niveau le plus bas recouvert de calcaire corallien, à Przedborz. La faune de ces bancs d'huîtres démontre qu'ils sont plus jeunes que le sous-étage rauracien; ils appartiennent au sous-étage astartien, mais leur situation dans les limites de ce sous-étage ne peut être définie avec une certitude absolue. En faveur de la position des bancs d'huîtres à la base même de l'Astartien, sous les calcaires coralliens et oolithiques, plaident: leur position à la base de la coupe décrite par Pusch à Przedborz et principalement le fait qu'ils sont recouverts, dans les collines de Policzko, par un calcaire



blanc compact à nérinées qui n'apparaissent que dans le niveau corallien. Néanmoins, le calcaire à nérinées de Policzko n'est pas un calcaire corallien typique, et en conséquence la question si le banc d'huîtres est plus ancien que les calcaires coralliens (4 b) ou bien s'il est partiellement contemporain à ceux-ci, ne peut être tranchée définitivement.

Le banc d'huîtres contient: *Lima rudis* Sow., *Lima rotundata* Buv., *Ostrea pulligera* Gf., *Pholadomya* aff. *Protei* Defr., *Terebratula insignis* Schübl.

b) Le niveau suivant, peut-être partiellement contemporain, est représenté par des calcaires coralliens. Ils apparaissent dans leur développement le plus typique à Kodrąb, dans la partie la plus occidentale de la chaîne de Przedborz, où ils portent tous les caractères principaux d'un récif corallien composé de coraux et de sable corallien. Près de Przedborz, le calcaire corallien est à découvert dans la carrière la plus ancienne, la plus orientale, et incliné vers le sud-ouest de 25°, mais son caractère de récif est moins apparent, quoique les coraux et les nérinées n'y manquent pas. Enfin je rapporte au même niveau le calcaire compact à nérinées qui recouvre les bancs d'huîtres à l'est de Policzko. C'est un fait remarquable que le développement corallien typique prévaut dans les parties occidentales et disparaît vers l'est. Ce phénomène donne un nouveau appui à la pensée, exprimée plus haut, que les bancs d'huîtres constituent peut-être un type facial différent qui pourrait remplacer au moins les parties inférieures du niveau corallien plus à l'est, plus près du rivage.

Les calcaires coralliens qui représentent la partie principale du sous-étage astartien contiennent la faune suivante: *Exogyra Bruntrutana* Thurm., *Isocardia striata* d'Orb., *Modiola aequiplicata* Stromb., *Pecten Buchii* Röm., *Pecten kimmeridgiensis* Cotteau., *Pholadomya* cf. *Protei* Defr., *Trigonia suprajurensis* Ag., *Nerinea Mandelslohi* Bronn., *Nerinea sexcostata* d'Orb., *Turbo* cf. *subpunctatus* d'Orb., *Rhynchonella Matronensis* de Lor., *Rhynchonella corallina* Leym., *Terebratula subsella* Leym., *Cladophyllia Thurmanni* Et., *Pseudothecosmillia Etalloni* Koby, *Thamnastraea suprajurensis* Et.

c) Immédiatement sur le calcaire corallien gît une série de calcaires compacts, jaunâtres, parfois légèrement oolithiques. Ils sont le plus étendus dans le voisinage de l'affleurement des calcaires coralliens à Kodrąb, occupant les localités si-



tuées à l'est, dans le sens de l'inclinaison des couches coralliennes. Ces calcaires apparaissent à Smotryczów, sur les champs de Zapolice, dans la carrière de Rokoszyn, et partout ils sont inclinés de 20 à 25° vers ENE. Ils apparaissent de nouveau dans les mêmes conditions à Przedborz où ils recouvrent le calcaire corallien et présentent une inclinaison de 25° vers le sud-ouest. Ces calcaires contiennent une faune qui ressemble beaucoup à la faune des calcaires coralliens et qui n'en diffère essentiellement que par l'absence de coraux et de mollusques à forte coquille. Ils doivent être rapportés au sous-étage astartien dont ils constituent la partie supérieure. La faune du calcaire compact contient: *Gervillia* aff. *pernoides* E. Deslong., *Lima* cf. *rigida* Sow., *Lucina rugosa* Röm., *Mytilus subpectinatus* Sow., *Mytilus jurensis* Merian., *Ostrea* cf. *cotyledon* Ctj., *Pecten Buchii* Röm., *Pecten dentatus* Röm., *Pecten vitreus* Röm., *Pholadomya complanata* Thurm., *Pholadomya Protei* Deff., *Finna* cf. *suprajurensis* d'Orb., *Pleuromya tellina* Ag., *Plicatula horrida* E. Deslong., *Terebratula subsella* Leym.

5) Les calcaires compacts de l'Astartien sont surmontés par des couches qu'il faut rapporter au Kimeridgien. Elles se subdivisent en deux groupes:

a) Le groupe inférieur se compose de calcaires compacts, durs, jaunâtres, oolithiques qui sont remplacés parfois par des oolithes (Rzejowice), ailleurs par des calcaires blancs compacts (Dobromierz). Les affleurements des calcaires qui appartiennent à ce groupe apparaissent dans le toit des calcaires compacts décrits plus haut (4 c) dans le sens de leur inclinaison, comme à Rzejowice à l'est de Kodrąb et Smotryczów, à Dęby à l'ouest de Przedborz, à Dobromierz à mi-versant de la colline, au pied de laquelle Michalski a trouvé un banc d'huîtres; ou bien ces calcaires apparaissent à proximité des affleurements des grès cénomaniens, comme à Żeleznica et à Mojżeszyn. Ces couches renferment une faune assez riche dont l'élément le plus saillant est constitué par des petites exogyres, en premier lieu *Exogyra virgula* Deff. Cette faune contient: *Anatina insignis* Ctj., *Anatina* aff. *virguloides* Et., *Exogyra Bruntrutana* Thurm., *Exogyra virgula* Deff., *Exogyra* cf. *subreniformis* Et., *Gervillia sulcata* Et., *Isocardia cornuta* Klöden, *Isocardia striata* d'Orb., *Lima* cf. *rigida* Desh., *Modiola aequiplicata* Stromb., *Mytilus pectinatus* Sow., *Ostrea* cf. *eduliformis* Schloth., *Ostrea cotyledon* Ctj., *Ostrea pulligera* Gf., *Pecten vitreus* Röm., *Pholadomya* aff.

*Protei* Defr., *Pholadomya orbiculata* Röm., *Pholadomya pinguiuscula* Thurm., *Pholadomya hortulana* Ag., *Terebratula subsella* Leym., *Terebratula insignis* Schübl.

b) Le Jurassique se termine par des calcaires marneux jaunâtres, légèrement oolithiques, très finement stratifiés qui apparaissent toujours entre les calcaires décrits précédemment et les grès cénomaniens. Ces calcaires marneux ne contiennent d'ordinaire que des *Exogyra Bruntrutana* Thurm., comme à Dmenin, à Lipowczyce, à Granica, à Chełmo. Seulement à Góra Bąkowa ils renferment une faune un peu plus nombreuse, notamment: *Exogyra Bruntrutana* Thurm., *Exogyra virgula* Defr., *Exogyra* cf. *subreniformis* Et., *Ostrea pulligera* Gf., *Terebratula subsella* Leym.

Cette couche finit la série des assises sûrement jurassiques. Les calcaires marneux sont souvent surmontés par une argile grise qui est recouverte directement par les grès rouges du Cénomaniens. Pusch mentionne cette argile de Przedborz, Siemiradzki, de Dmenin. A la même place se rapportent les argiles grises qui apparaissent au pied des escarpements de grès entre Henryków et Mojżeszyn. C'est leur présence qui est probablement la cause d'une dépression qui longe les pieds des rochers de grès et les sépare des collines s'étendant à leur base et constituées de calcaire jurassique. Pour nous, la situation de cette argile que M. Siemiradzki rapporte au Volgien comme équivalent des argiles à virgatites de Tomaszów. n'est pas tout à fait claire. Elle peut aussi bien former la partie inférieure des dépôts crétaciques puisque à la base des grès cénomaniens, entre ceux-ci et les dépôts à virgatites, gît, aux environs de Tomaszów et à Łódź, une couche d'argile grise, comme je l'ai démontré ailleurs<sup>1)</sup>. Il est impossible de décider si les argiles grises appartiennent aux niveaux les plus hauts du Jurassique ou bien aux niveaux les plus bas du Cénomaniens.

Enfin il faut mentionner les grès qui recouvrent les couches du Jurassique. Ces grès se composent de deux groupes distincts: en bas gisent des grès rouges ou bruns, friables, très ferrugineux; ils sont surmontés par des grès blancs, grisâtres ou verdâtres, plus durs et plus compacts. Ils apparaissent en trainées qui longent les affleurements du Kimeridgien: à Dmenin où ils affleurent à l'ouest

<sup>1)</sup> J. Lewiński. Explorations géologiques dans la région traversée par le chemin de fer Varsovie-Kalisz. Bull. Com. Géol., Vol. XXI, St. Pétersbourg 1902.

du calcaire avec une inclinaison de  $10^{\circ}$  au nord-ouest, à Lipowczyce et à la montagne Chel̓mowa, avec une inclinaison vers le nord-est, dans la montagne Majowa avec une inclinaison de  $25^{\circ}$  au sud-ouest. Enfin une bande d'affleurement de grès longe le village de Policzko à l'ouest, une autre forme la cuvette de Józefów et les rochers abrupts qui l'entourent de l'est et de l'ouest. Ces grès ne renferment point de fossiles, et leur âge ne peut être déterminé que par comparaison avec les grès des environs de Cracovie qui contiennent une faune cénomanienne. Dans les parties supérieures des grès peuvent se trouver aussi les équivalents du Turonien.

Le dépôt le plus récent de la chaîne de Przedborz, sans parler des formations glaciaires, est représenté par des marnes sénoniennes dont un lambeau solitaire se trouve entre Kraszewice et Szreniawa, entre les affleurements de grès à la montagne Chel̓mowa et à la montagne Majowa.

Quant à la comparaison des dépôts jurassiques de la chaîne de Przedborz avec les sédiments de même âge sur les versants oriental et septentrional des montagnes de Święty Krzyż, elle devient évidente dans le tableau suivant:

(Voir la table à la p. 44).

La ressemblance des dépôts dans ces deux régions est très frappante; il n'y a que cette différence que, dans la chaîne de Przedborz, le Callovien et l'Oxfordien inférieur sont mieux représentés. Par contre, dans cette région, le Médiojurassique en bas du Callovien est complètement inconnu jusqu'à présent. L'absence du Rauracien qui est si bien représenté dans les autres régions par des calcaires rocheux à spongiaires, est aussi remarquable. La comparaison de toutes ces trois régions qui se complètent réciproquement permet d'affirmer que toutes les lacunes de cette sorte ne sont qu'apparentes et seront comblées par des explorations prochaines.

---

Comparativement aux dépôts jurassiques qui s'étendent sur le versant oriental et septentrional des montagnes de Święty Krzyż, les dépôts jurassiques de la chaîne de Przedborz ont été sujets à de graves accidents tectoniques. Très caractéristique est leur affleurement en quelques bandes parallèles, dirigées du nord-ouest au sud-est, divisées par des affleurements du grès cénomanien.



		Le Jurassique du versant oriental et septentrional des montagnes de Święty Krzyż	Le Jurassique de la chaîne de Przedborz
Suprajurassique	Kiméridgien	Les calcaires de Zalesice.  Lumachelles et calcaires compacts à <i>Exogyra virgula</i> . Wierzbica, Sulejów, Piekło etc.	Les calcaires marneux finement stratifiés de Granice, de Lipowczyce, de Dmenin etc.  Calcaires oolithiques compacts à <i>Exogyra virgula</i> de Rzejowice, de Dęby, de Dobromierz, de Mojże- szyn etc.
	Séquanien	Oolithes et „grab“ de Su- lejów.	Calcaires oolithiques compacts Rokoszyn, Smotryczów, Zapolice etc.
		Récifs coralliens, calcai- res blancs à <i>Diceras</i> de Śniadków, de Sulejów etc.	Récifs coralliens Kodrąb, Przed- bórz
	Oxfordien	Calcaires blancs cray- eux à <i>Phola- domya</i> . Kozienin, Zdziebłowice	Calcaires à néri- nées. Bancs d'huîtres
		Calcaires à spongiaires (rocheux) Bałtów, Opoczno etc.	?
	Oxfordien	Calcaires marneux de Bał- tów, de Borya.	Calcaires compacts grisâtres. La- socin (II) Mnin, Łopuszno, Wie- lebnów
Médiojurassique	Callovien	Sables glauconifères de Ma- ksymilianów(?)	Calcaire compact jaunâtre. Laso- cin I.
		Argiles grises et noires des forêts de Ćmielów etc.	Calcaire brun sablonneux et fer- rugineux près de Lasocin.  ?
	Bathonien	Grès ferrugineux.	?



La cause de ce phénomène est facile à trouver: c'est le plissement des dépôts jurassiques qui a affecté aussi les sédiments crétaïques. Michalski a déjà aperçu un pli anticlinal dans les dépôts jurassiques de la chaîne de Przedborz dont la crête a été érodée, et sa place est occupée par la vallée de la Żeleznica. L'aile orientale de ce pli est représentée, d'après Michalski, par les affleurements orientaux (Lasocin, Mnin, Wielebnów), l'aile occidentale, par la chaîne de Przedborz proprement dite. En réalité ce pli anticlinal, dont l'existence a été confirmée par mes explorations, est accompagné de l'ouest et de l'est par d'autres plis dont la hauteur diminue en s'éloignant du noyau des montagnes de Święty Krzyż.

Passons en revue ces plis en commençant par l'ouest.

Le plus loin à l'ouest, près de Dmenin, nous rencontrons des dépôts jurassiques surmontés en concordance par des grès cénomaniens et inclinés avec eux assez faiblement, jusqu'à  $10^{\circ}$  vers le nord-ouest. Vers l'est nous devons rencontrer des couches jurassiques de plus en plus âgées, et, en réalité, les récifs coralliens de Kodrąb' et de Smotryczów qui appartiennent à l'Astartien sont plus âgés que les calcaires finement stratifiés de Dmenin qui appartiennent au Kimeridgien. Leur inclinaison est inverse, et les calcaires qui affleurent dans les collines entre Smotryczów et Rokoszyń, sont inclinés de  $20-25^{\circ}$  vers ENE. Ils appartiennent ainsi à l'aile orientale du pli anticlinal dont l'aile occidentale est représentée par les grès et les calcaires de Dmenin. Ce pli anticlinal n'émerge des sédiments glaciaires que sur la longueur de 8 km. L'aile orientale de ce pli anticlinal (*A* sur la carte ci-jointe) n'est pas seulement indiquée par l'inclinaison inverse des calcaires de Smotryczów, mais elle est complètement développée, et les grès cénomaniens prennent part à sa structure.

A l'est de la ligne d'affleurements astartiens de Rokoszyń, de Kodrąb, de Smotryczów, de Zapolice, nous trouvons des affleurements du Kimeridgien (Rzejowice, Chełmo, Granice), inclinés aussi vers ENE ou SE. Nous arrivons enfin au pied de la montagne Chełmowa qui est composée de grès cénomanien incliné conformément aux calcaires jurassiques sous-jacents.

Cette montagne isolée n'est évidemment que le reste du Crétaïque qui recouvrait l'aile orientale du pli anticlinal *A*.

A quinze kilomètres au nord-ouest, nous apercevons une autre

trace du grès à Lipowczyce où il avoisine à l'est un affleurement de calcaire kimeridgien incliné vers le nord-est.

Vraisemblablement le pli anticlinal jurassique et crétacique s'aplatit vers le nord et plonge sous les dépôts glaciaires. Je ne saurais dire jusqu'à présent si l'absence du Jurassique au sud de la région décrite est causée par des accidents tectoniques, comme l'affaissement de la plaine de Włoszczowa.

Sur la ligne: montagne Chelmowa—Lipowczyce, le Jurassique disparaît en plongeant sous les grès cénomaniens qui plongent à leur tour sous les marnes du Sénonien qui apparaissent entre Szreniawa et Kraszewice. Les grès n'affleurent de nouveau que sur le bord de la Pilica, dans la montagne Majowa, mais avec une inclinaison en sens inverse, vers le sud-ouest, jusqu'à 25°. Evidemment, nous avons ici un pli synclinal (*a*) dont les deux ailes sont représentées par les grès des montagnes Chelmowa et Majowa. Les faits observés ne répondent pas directement à la question si la marne sénonienne dont un lambeau se trouve aux environs de Kraszewice, a été affectée par les accidents tectoniques. Près de Kraszewice la marne sénonienne gît horizontalement mais cet endroit est situé dans l'axe du pli synclinal. Dans tout le reste de la chaîne de Przedborz, le Sénonien n'est pas conservé, et ses rapports avec la stratification du Jurassique et des grès cénomaniens ne sont pas connus. Par analogie avec d'autres localités nous sommes portés à croire qu'il recouvre en concordance le dépôt de grès et qu'il a subi avec celui-ci les plissements ultérieurs.

Les grès de la montagne Majowa forment en même temps l'aile occidentale d'un autre pli anticlinal jurassique (*B*). Les grès cénomaniens inclinés vers le sud-ouest longent, à partir de la montagne Majowa, le versant occidental de la chaîne de Przedborz le long du village de Policzko et ne disparaissent que près de la ferme du même nom. A l'est de ces affleurements, à Przedborz et sur les champs de Policzko, apparaît le calcaire jurassique incliné du même côté que le grès en marquant le faîte de ce pli anticlinal. A ce pli il faut rapporter encore sans doute les affleurements solitaires de Dobromierz, de Dęby et de la montagne Bąkowa dont le premier appartient déjà à l'aile orientale du pli anticlinal de Policzko, puisque le calcaire y possède une inclinaison orientale et plonge sous les grès du synclinal suivant (*b*).

Ce pli synclinal est le plus typiquement développé, quoique sur

une petite étendue. Il détermine le relief superficiel en formant la cuvette de Józefów où il atteint le maximum de sa largeur (plus de deux kilomètres), puis se rétrécit et disparaît finalement au nord aussi bien qu'au sud. Comme je l'ai mentionné plus haut, les deux chaînes qui entourent la cuvette de Józefów sont construites tout à fait symétriquement: elles se composent de grès qui donnent naissance à des rochers escarpés; les grès ont de deux côtés une inclinaison analogue, de près de  $25^{\circ}$  vers le milieu de la cuvette. Du côté extérieur, au pied des escarpements en grès, apparaît la roche sous-jacente, le calcaire jurassique, dont les collines arrondies sont composées qui longent le pied de l'escarpement en grès. Au nord, le pli synclinal de Józefów se rétrécit et il n'en reste qu'une trace sous forme d'une bande de grès qui se trouve sur la crête de la chaîne de Policzko entourée de l'est et de l'ouest par le Jurassique. Le même sort atteint le synclinal de Józefów au sud où, près de Stara Wieś, les deux ailes du pli se rencontrent et se fondent en une arête de grès; à l'est, au pied des grès, à Żeleznica, apparaît le calcaire jurassique sous-jacent.

Plus loin à l'est, apparaît le troisième pli anticlinal (*C*), le plus grand, puisqu'il atteint 8 kil. de largeur. De son aile occidentale il ne reste que le peu qui limite à l'est la cuvette de Józefów, et les affleurements du Jurassique à la base des collines de Policzko. Il n'en reste guère plus à l'est. Ce sont les affleurements du Jurassique, entre Wólka et Lasocin, qui sont fortement inclinés vers le nord-est jusqu'à  $60-70^{\circ}$ . Tout le reste du pli anticlinal a été érodé, la place de sa voûte est occupée par la vallée marécageuse de la Żeleznica dont le caractère permet de supposer un substratum imperméable et porte à croire qu'au fond de cette vallée l'érosion a mis à nu les argiles du Keuper. Enfin, à l'est des affleurements de Lasocin, se trouve un petit pli synclinal (*c*) dont l'aile orientale est marquée par les affleurements de Mnin, de Łopuszno et de Wielebnów où le calcaire jurassique est incliné vers le sud-ouest et repose en concordance sur le Keuper.

Bien remarquable est l'agrandissement des dimensions des accidents tectoniques à mesure qu'ils approchent du noyau des montagnes de Święty Krzyż. L'inclinaison des couches dans les parties extérieures de la région n'est pas grande: elle n'est que de  $10$  à  $25^{\circ}$ , tandis que dans les affleurements de Lasocin elle atteint  $60-70^{\circ}$ .

Tous les faits cités prouvent que les dépôts jurassiques de la



chaîne de Przedborz qui s'étend depuis la montagne Majowa jusqu'à Żeleźnica ont été plissés avec les couches crétaciques qui les surmontent. Une série de plis anticlinaux (trois) divisés par des synclinaux s'est produite; les plis gagnent en hauteur et le plissement devient plus intense à mesure qu'on approche du vieux môle des montagnes de Święty Krzyż.

Varsovie. Laboratoire Géologique du Musée d'Industrie et d'Agriculture. Décembre 1907.

---

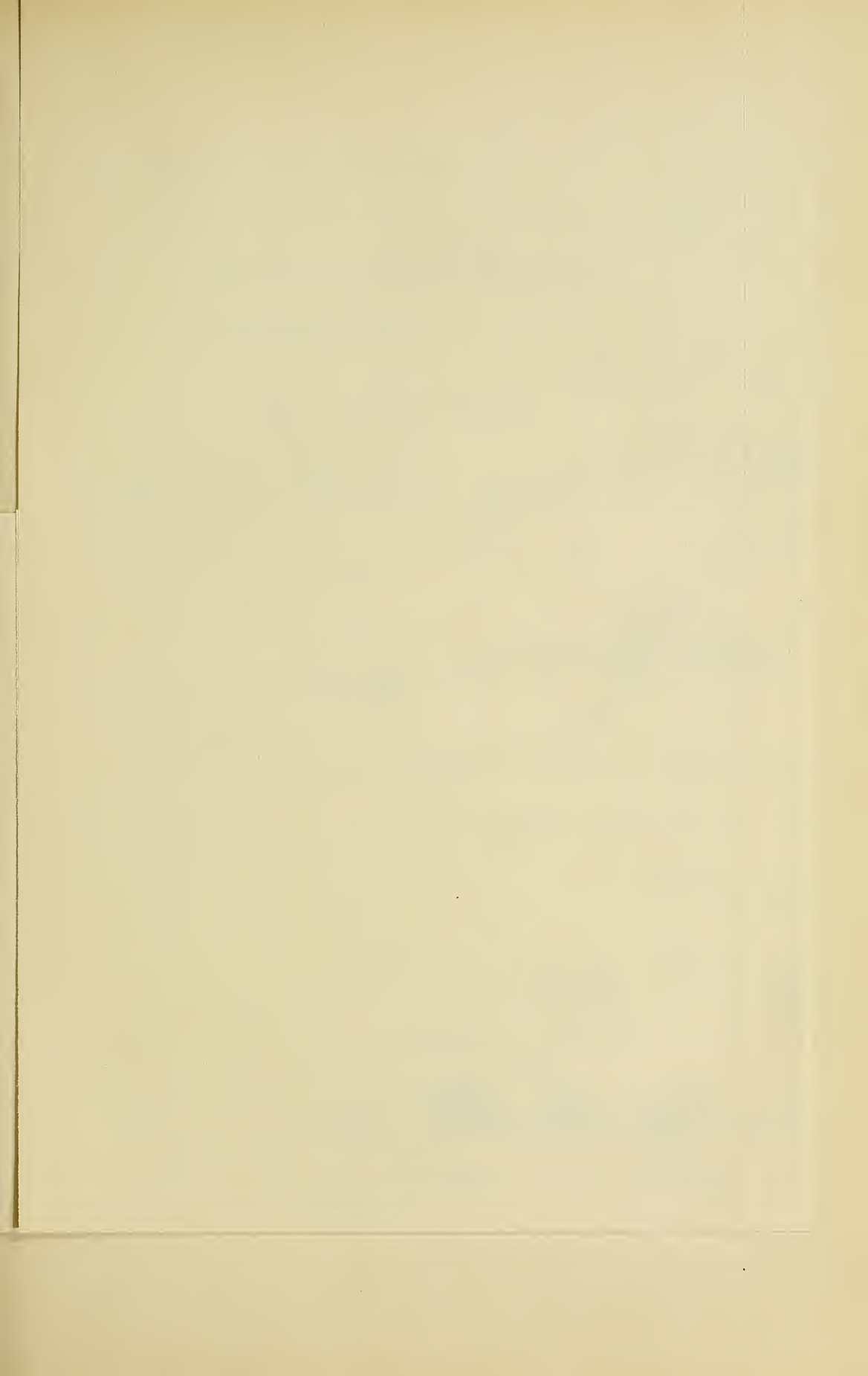
5. *Zahamowanie wzrostu ruchomego u Basidiobolus ranarum.* — *Über die Hemmung des Bewegungswachstums bei Basidiobolus ranarum.* Vorläufige Mitteilung.  
Note de M. **M. RACIBORSKI** m. c.

In der Abhandlung „Über Schrittwachstum der Zelle“ habe ich im vorjährigen Bulletin auf Seite 926 die Versuche erwähnt, in welchen die Palmellen des Pilzes, in der Agargallerte gezüchtet, mit großen Deckgläsern bedeckt „rasch der Länge nach zu wachsen beginnen“ und dann bis in die Nähe des Randes aërotropisch gerichtet wachsen. Als Ursache der Induktion des Bewegungswachstums habe ich damals irrtümlicherweise den Sauerstoffmangel vermutet, was ich schon heute, einer ausführlicheren Abhandlung vorgreifend, berichtigen will. Die Ursache liegt nämlich in der Alkalität der benutzten Deckgläser, und die Erscheinung des Bewegungswachstums läßt sich an den Palmellen, sogar an deren älteren Zellen durch die Neutralisation des Kulturbodens auch ohne Bedeckung hervorrufen. Es wirken in dieser Richtung auf die Palmellen Karbonate des Na, Ca, Mg, Ammoniakdämpfe, Ca O, Mg O, pulverisiertes Mg oder Zink, Äthylamin, Alkaloide wie Nikotin.

Die saure Reaktion des Nährbodens, welche das Bewegungswachstum des Basidiobolus verlangsamt oder ganz sistiert, hemmt dagegen das meristische Wachstum nicht in demselben Maß, indem die Palmellazellen sich weiter teilen.

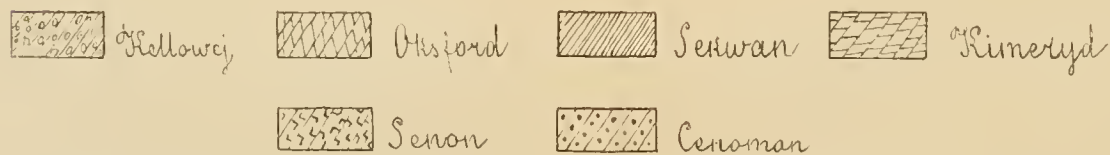
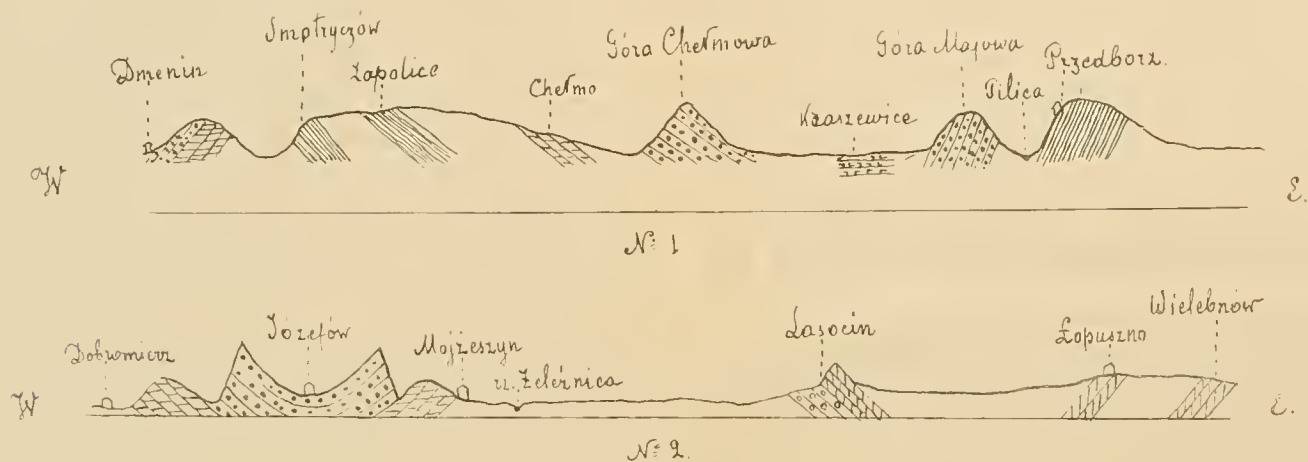
In dieser Eigenschaft des Basidiobolus liegt die Ursache des ganz verschiedenen Wachstums des Pilzes bei verschiedener Stickstoffquelle, einerseits in Pepton- oder Nitrat-, andererseits im Ammonsalzkulturen.

---









Skala długości 126000 Skala wysokości 1/5000

No. 1. Section transversale de la Chaîne de Przedborz, de Dnień à Przedborz, suivant la ligne 1—1 sur la Carte.  
No. 2. Section transversale de la Chaîne de Przedborz, de Dobromierz à Wielebów, suivant la ligne 2—2 sur la Carte.



6. *Fragmenta arachnologica*, VI. Mémoire de M. VL. KULCZYŃSKI m. c.

(Planche II).

X. Araneae nonnullae in Cypro insulâ et in Palaestinâ a Cel. Prof. Dre G. Cecconi lectae.

*Filistata annulipes* n. sp.

Femina.

*Cephalothorax* 1.6 mm longus, 1.15 latus, ellipticus fere, in parte posteriore parum modo latior, pone late rotundato truncatus lateribus ante non sinuatis, levis, nitidus, pilis paucis dispersis ornatus, in lineâ mediâ partis cephalicae pronis, ante aream oculorum pilis aliquot sursum directis. recurvatis. Dorsum partis cephalicae fere libratum et paene rectum. Limbus lateralis cephalothoracis supra carinulâ humillimâ finitus, ad perpendicularum fere directus, desuper visus itaque angustus, inter pedes II et III 0.11 altus; usque ad limbum hunc latera cephalothoracis aequabiliter descendunt. Clypeus mediocriter modo proiectus; directo desuper adspecta area oculorum ab eius margine medio circiter dimidiâ longitudine suâ remota videtur. *Oculi* antici laterales fere rotundi, postici insigniter oblongi (circiter  $\frac{2}{5}$  longiores quam latiores<sup>1)</sup>), medii in longitudinem positi, laterales retro et paullo intus directi. Directo desuper visa series oculorum antica modice procurva, marginibus posticis oculorum lineam paene rectam designantibus; series postica leviter recurva, marginibus et anticis et posticis lineam recurvam designantibus. Oculi antici medii („pupillae“) diametro  $\frac{2}{3}$  lateralium anticorum,  $\frac{3}{4}$  lateralium posticorum,  $\frac{6}{7}$  mediorum posticorum aequant, a margine clypei triplâ saltem diametro, inter se circiter  $\frac{1}{3}$  diametri distant; laterales antici a margine clypei  $\frac{5}{3}$  diametri remoti; spatia oculis anticis medio et laterali, et lateralibus antico et postico interiecta parva; oculi postici medii cum lateralibus fere contingentes, inter se diametro suâ longiore remoti. Area oculorum 0.39 lata, late-

<sup>1)</sup> Lineas, quarum longitudo comparata profertur, constanter partibus lineae brevioris dimensus sum; si itaque linearum A et B ratio 4:3 est, lineam A  $\frac{1}{3}$  longiorem quam B, et lineam B  $\frac{1}{3}$  brevioram quam A dico.



ribus parallelis, 0·28 longa; area mediorum ante 0·19, pone 0·28 lata, desuper visa 0·23 longa. *Mandibulae* 0·47 longae, altitudinem clypei cum oculis anticis mediis paullulo superantes. *Sternum* 0·75 latum et aequè circiter latum. *Palporum* pars femoralis 0·71, patellaris 0·42, tibialis 0·47, tarsalis 0·70 longa. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

<i>pedum</i>	I.	1·58,	0·58,	1·46,	1·23,	1·03,
"	II.	1·23,	0·52,	0·98,	0·87,	0·75,
"	III.	1·03,	0·48,	0·78,	0·81,	0·68,
"	IV.	1·42,	0·59,	1·10,	1·07,	0·81 mm longa.

Aculeis his pedes armati videntur: femora omnia supra prope basim 1, tibia II subter prope medium 1, tibia III supra ad basim 1, subter pone medium 1, in latere antico 1, IV subter 1. 1 (ante et pone medium), metatarsus I subter prope basim 2 et in apice 2, metatarsus II subter 2. 1. 2, III subter 1. 2. 2 aut 1. 1. 2, ante 1, IV subter 1. 2. 2; tarsi omnes subter apicem versus aculeis compluribus minutis instructi. Aculei plerique complanati, apice obtusiusculi sunt, difficiliter cernuntur; pili non pauci, reliquis crassiores et longiores, etiam pro aculeis haberi possunt. imprimis pili in latere inferiore femorum siti, in series duas dispositi (in pedibus I in serie utrâque circiter 10). *Abdomen* 2·8 longum, 2·0 latum.

Color corporis humefacti: *Cephalothorax* dilute flavus limbo marginali nigro; facies dense nigro-castaneo reticulata (castanea, flavo punctata); area oculorum nigro-castanea, maculis duabus ornata flavidis, minutis, plus minusve perspicuis, cum margine interiore oculorum mediorum posticorum contingentibus; dorsum partis cephalicae maculâ pictum castaneâ, paullo pone medium cephalothoracem pertinenti, latitudine aream oculorum aequanti aut paullo angustiore, ad oculos maculis duabus dilute flavis, oblongis, parallelis, inter se lineâ tenui distinctis ornatâ, pone has maculas utrimque ramulum brevem, non semper distinctum. emittenti, pone lateribus rotundatis angustatâ; nonnunquam pone maculam hanc triangulum parvum castaneum conspicitur, cum eâ lineolâ brevi coniunctum. *Mandibulae* flavidae, abunde castaneo reticulatae. *Sternum* coxis paullo obscurius, dilute fulvum, plus minusve castaneo marginatum; *maxillae* ei similes, *labium* obscurius. *Palpi* et *pedes* colore cephalothoracis, apicem versus colore ferrugineo plus minusve tincti, castaneo maculati et annulati: palporum pars femoralis apice, patellaris apice, tibialis basi hoc colore plus minusve pictae, femora sex posteriora

in lateribus et subter annulis ternis, basi et prope aut pone medium et apice, plus minusve evolutis ornata; in femoribus I annulus basalis deest, reliqui duo inter se confusi, cum eis in latere inferiore vitta coniungitur castanea, basim internodii attingens; patellae annulis singulis ornatae aut maculatae saltem; tibiæ annuli bini: ad basim et ad apicem, metatarsorum etiam bini: paullo pone basim et ad apicem. Annuli plerique supra plus minusve interrupti; tibiæ I plerumque in lateribus aut etiam subter secundum totam longitudinem obscurius et pallidius castaneae. *Abdomen* cinereo-castaneum, in lateribus et pone pallidius, epigastrium inter scuta pulmonalia castaneum, venter quam latera plus minusve obscurior, praesertim mamillas versus, quae etiam in lateribus (et pone) annulo castaneo cinguntur.

Desiccatum abdomen, pube isabellinâ tectum, picturâ evidentiore caret; pedum, pube cinerascenti instructorum, annuli minus expressi quam humefactorum.

M a s ignotus.

Cyprus.

### **Harpactes Cecconii** n. sp.

Tab. II, fig. 1, 2.

M a s.

*Cephalothorax* 2·5 mm longus, 1·9 latus, lateribus supra basim palporum modice sinuatis, inter sinus hos ca. 1·15 latus, dense subtiliter elevato reticulatus, in parte cephalicâ sublaevis, dorso pone oculos et supra marginem posticum modice convexo in longitudinem, ceterum subrecto. *Area oculorum* 0·39 lata, 0·29 longa; oculi laterales oblongi, fere dimidio longiores quam latiores, postici angulato rotundati; anticorum diameter paullulo minor quam lateralium, paullulo maior quam posticorum (ca. 8:9:7); inter se distant oculi antici paullo minus quam radio, a carinâ marginem clypei ornanti radio, ab oculis posticis paullo plus quam radio. *Mandibulae* 1·0 longae, coniunctim 0·85 latae, parallelae, leviter proiectae, dorso sub clypeo convexo, ceterum in longitudinem paullulo concavo, levissime transverse plicato, ceterum laevi. *Sternum* densissime impresso punctatum, maculis laevibus nitidis ad radices pilorum ornatum, marginibus et parte anticâ magnâ laevibus. *Palporum* pars femoralis 1·0 longa, patellaris 0·58 longa, dorso in longitudinem insigniter convexo, 0·27 crassa, tibialis 0·40 longa, 0·19 crassa, tarsalis 0·65

longa; stemma cum embolo, qui ca. 0.25 longus est, 0.78 longum, ca. 0.40 crassum; bulbus latere interiore in longitudinem fortiter et paullo inaequaliter, reliquis modice et fere aequaliter convexis; embolus apici bulbi in parte exteriori adnatus, deorsum directus, gracilis, a basi modice, ceterum parum angustatus, in parte apicali compressus, paullulo anteriora versus curvatus, apice valde oblique truncatus, margine truncato membranaceo. *Pedum* I femur in latere antico apicem versus aculeis 5 (3. 2), femur II in latere eodem serie aculeorum 4. pedum III femur supra aculeis 1. 1, ante versus apicem 1. 1. 1 aut 1. 1, patella utrimque 1, tibia supra 1, ante 1. 1. 1, pone 1. 1, subter 1. 1. 2, metatarsus (praeter apicales) supra ante 1. 1. 1. pone 1. 1, subter 1. 1, pedum IV femur supra ca. 6, tibia supra 1. 1, ante 1. 1. 1, subter 2. 1. 2, pone 1. 1. 1, metatarsus aculeis ca. 12 armatus; armatura haec paullo mutabilis. Pedes omnes unguiculis ternis instructi. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

pedum	I.	2.3,	1.4,	2.0,	1.85,	0.55,
"	II.	2.1,	1.25,	1.7,	1.7,	0.5,
"	III.	1.55,	0.85,	1.05,	1.5,	0.45,
"	IV.	2.25,	1.15,	1.8,	2.15,	0.55 mm longa.

(*Abdomen*, corrugatum, 2.5 longum).

#### Femina.

*Cephalothorax* 2.45 mm longus, in parte latissimâ 1.85, inter palpos 1.15 latus, dorso magis aequaliter quam in mare, modice arcuato. Area *oculorum* 0.37 lata, 0.27 longa. *Mandibulae* 1.0 longae, basi 0.95 latae, dorso sub clypeo modice convexo, ceterum fere recto. *Pulporum* pars femoralis 0.9, patellaris 0.53 longa, 0.24 crassa, dorso modice convexo, tibialis 0.45 longa, 0.185 crassa, tarsalis 0.65 longa. *Pedum* I femora aculeis 3 aut 4, femora II ante 2 aut 3, IV 4 aut 5 instructa. Internodia

pedum	I.	1.95,	1.25,	1.6,	1.55,	0.50.
"	II.	1.8,	1.2,	1.5,	1.5,	0.48.
"	III.	1.5,	0.8,	1.0,	1.4,	0.45,
"	IV.	2.1,	1.1,	1.7,	2.15,	0.5 mm longa.

(*Abdomen*, corrugatum, 2.7 longum).

Color exemplorum fortuito exsiccatorum non bene conservatus; cephalothorax latericius, in parte anteriore cum mandibulis badius, palpi et pedes flavo-testacei, abdomen cinereum fuisse videtur.

#### Cyprus.



**Gnaphosa Barroisii** E. Sim.?

Tab. II, fig. 8.

? 1892. *Gnaphosa Barroisii* E. Simon. Liste des Arachnides recueillis en Syrie par  
M. le Dr. Théod. Barrois, p. 4. (Rev. biol. Nord France, 5-e ann., n. 2).

Mas.

*Cephalothorax* 4.8 mm longus, 3.6 latus, fronte ca. 1.9 latâ, dorso partis cephalicae paene recto. Clypeus setis longis (usque ad 1.3 mm) 13, aliisque brevioribus instructus. Area *oculorum* 1.3 lata, series posterior modice recurvata: marginibus anticis oculorum lateralium cum punctis mediis mediorum lineam paullulo recurvam, cum eorum marginibus posticis lineam paullo procurvam designantibus; oculi medii oblongi, in parte posticâ interiore paullo acuminati, insigniter itaque obliqui, axi retro et intus directâ, parte anticâ obscure coloratâ inclusâ paullulo latiores et  $\frac{1}{3}$  longiores quam laterales postici, qui circiter  $\frac{1}{5}$  modo longiores sunt quam latiores; series anterior modice procurva: marginibus oculorum lateralium supra puncta media mediorum sitis, oculorum mediorum diameter diametro minori posticorum mediorum aequalis; oculi antici laterales subrotundi, mediis parum maiores. Oculi postici medii inter se circiter dimidiâ diametro minore, a lateralibus spatio fere triplo maiore, antici medii inter se ca.  $\frac{3}{4}$  diametri, a lateralibus anticis ca.  $\frac{1}{2}$  radio, a mediis posticis fere diametro remoti; spatium oculis lateralibus antico et postico interiectum illorum diametro paullo maius. Area oculorum mediorum pone parum latior quam ante, ca.  $\frac{1}{6}$  longior quam pone lata. Clypeus sub oculis anticis lateralibus eorum diametrum minorem altitudine aequat, sub mediis  $\frac{1}{5}$  altior est et altitudine oculos hos paullulo superat. *Mandibulae* 1.9 longae, ambae simul sumptae 1.9 latae, sub clypeo insigniter geniculatae, granis dispersis et in eis setis similibus atque setae clypei ornatae. *Palporum* pars femoralis 1.6 longa, apicem versus aculeis 1.2 instructa, patellaris 0.75 longa, 0.42 lata, tibialis 0.55 longa, 0.36 lata, apice in latere exteriore superiore ornata processu brevi (ca. 0.15 longo), ca. dimidio longiore quam latiore (a latere viso), aequabiliter attenuato, apice acuto, anteriora versus et paullo foras directo, modice deorsum et paullulo intus curvato. Lamina tarsalis 1.05 longa, 0.52 lata, rostro ca. 0.2 longo, subter late excavato, sub angulo quam rectus maiore, optime expresso, in quem coeunt basis et latus exterius, paullo excavata. Stemma humile, 0.58 longum, simile atque in *Gnaphosa lucifugâ* Walck. aliisque, processu interiore parum gracili, parum



sub rostrum laminae tarsalis producto, porrecto, tum anteriora versus et foras fracto et paullulo deorsum curvato, apice in latere exteriore in longitudinem fere truncato; fere sub margine apicali bulbi processus hic in latere inferiore dente ornatur acuto, paullo varianti (in altero palpo exempli nostri dens hic simplex est, in altero denticulis minutis duobus instructus) et prope eum, basi propius, dente minuto uno aut etiam granulo, quod difficiliter cernitur. Bulbi apex in parte exteriore unco forti instructus apice deorsum et intus directo, non multo minus anteriora versus pertinenti, quam processus interior. *Pedum* femora supra aculeis setiformibus 1. 1, praeterea I et II in latere antico, III et IV in latere utroque 1. 1 armata; reliquae partes pedum I inermes. metatarsus II pone basim subter ad latus anticum aculeo 1, tibia III ante 1. 1, pone 3, subter 2. 2. 2. metatarsus III praeter aculeos 6 in apice et prope eum situs infra et in lateribus, ante aculeis 1. 1, pone 1. 1, subter 2. 2, tibia IV ante 1. 1, pone 1. 1. 1, subter 2. 2. 2, metatarsus IV ut III aculeatus; pedum anteriorum tarsi et apex metatarsorum scopulâ densâ ornati, ceterum metatarsi tenuiter et, ni fallor, non usque ad basim scopulati. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

pedum I.	3.3,	2.17,	2.62,	2.32,	1.5,
" II.	3.15.	1.95,	2.47,	2.25,	1.5,
" III.	2.77,	1.57,	1.9,	2.28.	1.42,
" IV.	3.45,	1.95,	2.7,	3.3,	1.72 mm longa.

*Abdomen* 5.5 mm longum, 3.3 latum.

*Cephalothorax* cum palpis et pedibus flavo-testaceus, in parte anticâ circiter  $\frac{1}{5}$  badius fere; pars tarsalis palporum fulva; mandibulae obscure badiae, labium eis parum, maxillae paullo pallidiores; sternum coxis paullo obscurius. *Abdomen* flavido-cinereum.

Desiccatae araneae *cephalothorax* et *abdomen* pallide cinerea, abdomen radicibus pilorum longiorum obscurioribus minute et parum manifeste punctatum.

Cyprus.

### **Drassodes morosus** (O. Cambr.?).

Tab. II, fig. 5.

? 1872. *Drassus morosus* O. Cambridge, General List of the Spiders of Palestine and Syria cet., p. 232, t. 15, f. 9. (P. Zool. Soc. London, 1872).

Femina.

*Cephalothorax* 5.4 mm longus, 3.6 latus, supra basim palporum

ca. 2·4 latus, dorso partis cephalicae convexo in longitudinem, ut abdomen et pedes pilis plumatis tectus. Area *oculorum* 1·5 lata; series posterior leviter procurva, eius oculi medii (inclusâ parte anticâ obscure coloratâ) paullo oblongi, obliqui, pone convergentes, lateralibus paullo maiores, ab eis duplâ et dimidiâ diametro transversâ, inter se ca.  $\frac{3}{4}$  eiusdem remoti; series anterior modice procurva: puncta media oculorum mediorum directo a fronte adspectorum cum marginibus superioribus lateralium lineam designant subrectam, oculi medii lateralibus paullulo minores, paullo maiores quam medii postici, inter se ca.  $\frac{3}{4}$  diametri, a lateralibus radio, a mediis posticis et a carinulâ in margine clypei sitâ fere sescuplâ diametro remoti. Clypeus sub oculis anticis lateralibus eorum diametrum minorem altitudine aequat. Area oculorum mediorum paullo latior ante quam pone,  $\frac{1}{3}$  longior quam pone lata. *Mandibulae* 2 mm longae, armatae in margine antico sulci unguicularis dentibus 3, primo reliquis minore, secundo quam tertius maiore, in margine postico granulato minuto instructae. *Maxillae* similes atque in *D. lapidicolâ* (Walek.). *Pedum* I femur supra aculeis 1. 1, ante 1, tibia subter ante 1. 1 (nullo in apice), metatarsus subter prope basim 2 armatus; pedum II armatura similis, sed tibia aculeis 1. 2 instructa; pedum III femur supra aculeis 1. 1. 1, ante 1. 1, pone 1. 1, tibia supra 1. in latere utroque 1. 1, subter 1. 2. 2 (in apice), metatarsus supra 2. 2, ante et pone 1. 1. 1, subter 2. 2. 2, pedum IV femur ut III, tibia supra 1. 1, ante 1. 1. 1, subter 2. 2. 2, pone 1. 1. 1, metatarsus supra 1. 2. 2, in lateribus 1. 1. 1, subter 2. 2. 2 armatus. Pedum anteriorum non solum tarsi et metatarsi sed etiam pars quaedam tibiârum, circiter dimidia in pedibus I, minor in II, scopulata, scopulâ tibiâe II parum evolutâ; pedum posteriorum tarsi scopulis instructi. Pedes I 13 mm, II 12·4, III 11·7, IV 15·6 longi (a basi femorum), tibia cum patellâ IV 5·4 longa. *Abdomen* 6·3 longum, 4·0 latum. Area *epigynae* mediocriter definita, ca. 0·65 longa et lata, angulato rotundata, circiter in  $\frac{1}{4}$  posticâ costis duabus ornata corneis, obscure coloratis, acutis, fortiter incurvatis. foveam definientibus 0·32 latam, ante latius (0·24) quam pone (0·11) apertam; fundus foveae sulcis duobus incurvatis in partes tres divisus, quarum media, in parte latissimâ ca. 0·18 lata, ante ex foveâ egreditur, primo paullo angustior simulque paullulo altior et minus definita, tum latior fit et mediam aream epigynae attingit saltem; pars anterior septi huius

utrimque foveâ terminatur glabrâ, sat profundâ quidem sed marginibus omnino obtusis mediocriter definitâ.

Palaestina.

**Laches Blackwallii** (O. Cambr.).

Tab. II, fig. 11, 12.

1872. *Lachesis Blackwallii* O. Cambridge, General List of the Spiders of Palestine and Syria cet., p. 266, t. 13, f. 5.

1893. *Laches Blackwallii* E. Simon, Histoire naturelle des Araignées, ed. II v. 1, f. 395, 399.

Pars femoralis *palporum* maris supra aculeis 1. 1. 2 (ad apicem) ornatur; pars patellaris (exempli cephalothorace 6·7 mm longo) 0·95 longa, 0·65 lata, in latere interiore aculeo, supra prope apicem setâ longâ instructa est; pars tibialis supra 0·65 longa, prope medium 0·78 lata, in latere interiore aculeis (fortasse setis fortibus) 3 armata, a basi apicem versus modice dilatata, latere exteriori recto, interiore modice, inaequaliter convexo in longitudinem, desuper visa margine apicali obliquo et paullulo excavato, angulo interiore paullo producto; latus partis huius exterius superius in processum productum est anteriora versus, paullulo foras et deorsum directum, quam pars ipsa longiorem (cum eo pars tibialis in latere exteriori 1·6 longa est), apicem versus deorsum et imprimis sursum fortiter dilatatum, latere inferiore leviter sigmoidi, superiore concavo, apice recte fere et oblique truncatum ita, ut infra in angulum fere rectum, supra fero in calcar acutum, sursum et anteriora versus directum desinat. secundum marginem apicalem profunde impressum in foveam late semilanceolatam. supra in fissuram angustissimam abeuntem<sup>1)</sup>. Lamina tarsalis 1·6 longa, 1·3 lata, insigniter asymmetrica, basi oblique truncata (intus longior). latere exteriori minus et inaequaliter (apicem versus fortius) curvato, interiore fortius et fere aequaliter arcuato; in parte exteriori lamina tarsalis foveis duabus ornatur, alterâ supra processum tibiale sitâ, magis in longitudinem directâ, pilosâ, alterâ in fronte processus eiusdem sitâ, magis ad perpendicularum directâ, profundiore, glabrâ; ceterum convexa est lamina tarsalis, aculeis brevibus ca. 6 instructa. Rostrum laminae tarsalis ca. 0·5 longum. Stemma non altum, ab imo visum ambitu

<sup>1)</sup> Fovea haec adeo profunda est, ut processus obiter adspectus in ramos duos inter se contingentes divisus videatur et nonnunquam — non recte — describatur.



laminae tarsali non dissimile, basi oblique rotundato truncatum, latere interiore usque ad angulum apicalem anteriorem paene aequaliter arcuato, latere exteriori magnam partem recto, prope apicem infracto et sub processum descendenti pallide coloratum, triangularem, paullo longiorem quam latiore, foras et anteriora versus directum, in quem desinit stemma. Sulcis tribus plus minusve expressis stemma in quatuor dividitur partes: in latere interiore, basi multo propius quam apici, sulcus initium capit reliquis profundior, acutus, primo foras et paullo anteriora versus directus, tum fortiter recurvatus, minus definitus et mediam fere basim stemmatis attingens; sulcus secundus, minus expressus, leviter curvatus, anteriora versus et paullo foras directus, mediam fere partem sulci primi coniungit cum basi exteriori processus apicalis, qui sulco tertio, obliquo, subrecto, distinguitur a reliquo stemmate. Embolus in angulo antico interiore lobi basalis interioris initium capit. insigni est longitudine, setiformis, secundum marginem stemmatis interiorem et anticum extenditur usque ad angulum apicalem anteriorem, maximam partem occultus, quoniam margines sulci, quo recipitur, inter se contingunt.

### **Zodarium Thoni** Nosek var. *cypria* n.

Tab. II, fig. 3, 9.

1905. *Zodarium Thoni* Nosek, Ergebnisse einer naturwissenschaftlichen Reise zum Erdschias-Dagh (Kleinasien), p. 15, t. 4, f. 10. (Ann. Hofmus. Wien, v. 20).

Ma s. qui huic speciei subiungendus videtur, paullo maior est quam exemplum a Cel. A. Nosek l. c. descriptum, a quo differt praeterea femoribus pedum et parte femorali palporum nigro-castaneis, laminâ tarsali palporum in parte basali infuscatâ. pedibus vittis fuscis ornatis modice expressis in latere utroque tibiarum IV (et in patellis IV), parum manifestis in latere antico tibiarum I et II, valde obsoletis in latere utroque tibiarum III, abdomine subter umbrino, scutis pulmonalibus sordide albis quidem, sed prope ea in latere exteriori non maculato. Num species propria?

*Cephalothorax* 1.65 mm longus, 1.15 latus, parte cephalicâ sub oculis anticis 0.57 latâ, subtiliter reticulatus, nitidus. *Oculorum* anteriorum diameter prope 0.14 longa, intervallum tertiâ parte diametri non evidenter maius. Oculi postici medii inter se 0.20, ab oculis posticis lateralibus 0.07 (diametro suâ) remoti. A margine clypei



distant oculi antici medii fere duplâ diametro<sup>1)</sup>. In cephalothorace directo a fronte adspecto linea oculos anticos medios infra tangens oculos anticos laterales dimidiat fere. *Palporum* pars patellaris 0·22 longa, 0·18 lata, tibialis supra in lineâ medianâ 0·11 longa, una cum processu, quo in latere exteriori inferiore ornatur, 0·34 longa. Processus tibialis anteriora versus et paullo foras et paullulo deorsum directus, compressus, lamelliformis, unco apicali excepto ca. 0·16 longus, prope medium 0·11 latus, lateribus magnam partem parallelis, paullulo sursum curvatus, apice infra rotundatus, supra in uncum nigrum productus ca. 0·08 longum, sursum anteriora versus et foras directum, procurvum, apice obtusiusculum. Lamina tarsalis 0·73 longa, 0·40 lata, parum asymmetrica, ovato-lanceolata, rostro ca. 0·2 longo, apice unguiculo instructa. Stemma ab imo visum basi rotundatum, sub partem tibialem parum productum, apice — si conductor emboli negligitur — latissime transverse truncatum, hic lateribus paene rectis et parallelis, rectangulare itaque angulis anguste rotundatis, corneum, paullo inaequale. Embolus, longus valde, angustus, apicem versus complanatus quidem, sed non angustatus, initium capit in angulo apicali interiore lobi basalis bulbi genitalis, qui lobus apice mediocriter oblique truncatus est et longior in latere exteriori quam in interiore. Anteriora versus secundum latus interius bulbi directus est embolus versus apicem bulbi, ubi a bulbo discedit, paullulo sub rostrum laminae tarsalis ingreditur, foras et denique retro et foras curvatur; pars emboli retro et foras directa in palpo desuper viso conspicitur insigniter extra marginem laminae tarsalis procurrentis (num distorta?). Ipse apex emboli, utrimque in lamellam parvam subpellucidam dilatatus, in latere interiore lanceolatus est, in exteriori inaequalis. Prope a margine interiore, apici propius quam basi, bulbus dente ornatur lamelliformi, corneo, subter concavo, intus directo, apice anguste et inaequaliter truncato, cum embolo contingenti, extra marginem laminae tarsalis non prominenti,

<sup>1)</sup> In exemplo nostro clypeus supra mandibulas sulco ornatus videtur transverso, in angulis clypei cum margine eius coniuncto. Quamquam pars sulco hoc distincta, ca. 0·08 lata (alta), non differt colore a reliquo clypeo, manifesto respondet ea membranae, plerumque albidae, in *Zodariis* marginem clypei, supra mandibulas late sed parum profunde excisi, coniungenti cum mandibulis, quae modo facile in oculos cadit, modo — si mandibulae retractae sunt — non aut difficile conspicitur. A margine membranae huius distant oculi antici medii *Zodarii Thoni*  $2\frac{1}{4}$  diametri.

quum ab imo adspicitur stemma. Dentem hunc pro conductore emboli habuisse videtur Cel. A. Nosek; sed verus conductor alia pars stemmatis est: in latere interiore eius initium capit, ligulam membranaceam, longam, concavam format, secundum marginem bulbi interiorem, apicalem et exteriorem (ad cuius dimidium fere pertinet) curvatam fere similem in modum atque embolus, sed a bulbo non aut parum modo discedentem. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

<i>pedum</i>	I.	1.46,	0.55,	1.16,	1.44,	1.0,
"	II.	1.26,	0.50,	0.91,	1.23,	0.81,
"	III.	1.23,	0.52,	0.87,	1.39,	0.68,
"	IV.	1.49,	0.47,	1.16,	1.49,	0.84 mm longa.

*Abdomen* 1.7 longum; eius dorsum scuto duriusculo nitidissimo, ca. 1.6 longo, 0.9(?) lato, magnam partem tectum.

*Femina* ignota.

Cyprus.

Haec species et insequens, excepto scuto, quo dorsum abdominis (in mare solum?) ornatur, non differre mihi videntur a *Zodariis* propriis.

### **Zodarium granulatum** n. sp.

Tab. II, fig. 4, 10.

M a s.

*Cephalothorax* 1.1 mm longus, 0.76 latus, parte cephalicâ ca. 0.52 latâ, eius lateribus magnam partem parallelis. Pars thoracica grosse et mediocriter dense granulata, latera partis cephalicae sculpturâ simili paullo minus evolutâ, dorsum partis huius et clypeus laevia. Clypeus modice proiectus, in longitudinem leviter modo convexus (oculi antici medii in cephalothorace directo desuper adspecto spatiis subaequalibus distare videntur a margine clypei et ab oculis posticis mediis). Area *oculorum* 0.37 lata, 0.25 longa, series anterior adeo procurva, ut puncta media oculorum lateralium demissius sita sint quam margines inferiores mediorum. Oculi, exceptis anticis mediis, plus minusve oblongi: antici laterales parum, medii postici evidentius, sed minus quam laterales postici; diametri oculorum (maiores) anticorum mediorum ca. 0.095, anticorum lateralium ca. 0.080, mediorum posticorum ca. 0.070, posticorum lateralium ca. 0.065 longae; intervallum anticorum mediorum ca.  $\frac{1}{3}$  diametri aequale, spatia oculis his et lateralibus anticis ut et lateralibus antico et postico interiecta parva; oculi postici medii inter se 0.13 mm,

a lateralibus posticis 0·32, a mediis anticis 0·065 remoti. Area oculorum mediorum ante 0·21, pone 0·26 lata, 0·22 longa. Clypeus sub oculis mediis altitudine eorum diametrum parum plus duplo superans. *Mandibulae* 0·32 longae, basi 0·39 latae. *Sternum* laeve. *Palporum* pars patellaris 0·20 longa, 0·14 lata, desuper visa ovata, supra in longitudinem insigniter convexa; tibialis supra in lineâ mediâ 0·08 longa, desuper visa 0·17 lata, in latere exteriori insigniter, campanulato dilatata, latere interiore angulato. una cum processu, quo in latere exteriori inferiore ornatur. 0·21 longa; processus tibialis cum dente apicali (ca. 0·025 longo) 0·13 longus, 0·065 latus, similis atque in praecedenti, apice rotundato-truncatus, angulo superiore in dentem corneum nigrum, fere anteriora versus directum, leviter deorsum curvatum producto. Lamina tarsalis 0·42 longa, 0·28 lata, desuper visa parum asymmetrica, ovata. apice acuminata; eius rostrum ca. 0·09 longum. Stemina valde simile stemmati *Zodarii Thonii*; differt pars apicalis bulbi. quae brevior est, et imprimis conductor emboli et embolus. breviores; ille in latus exterius stemmatis non productus, ab angulo exteriori partis apicalis bulbi foras et paullo retro directus (in *Z. Thonii* retro et parum foras directus); embolus in palpo directo desuper adspecto non conspicitur, apex eius in latere interiore parum dilatatus, in exteriori dente minuto, lamelliformi, recurrenti instructus, semihastatus itaque. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

<i>pedum</i>	I.	0·71,	0·31,	0·52.	0·56.	0·50,
„	II.	0·58.	0·24,	0·43,	0·48.	0·42.
„	III.	0·56.	0·27.	0·29,	0·53,	0·37,
„	IV.	0·81.	0·32.	0·61,	0·81,	0·44 mm longa.

*Abdomen* (paullo corrugatum) 1·15 longum, 0·8 latum, desuper visum totum scuto duriusculo nitidissimo tectum.

*Cephalothorax* rufo-testaceus, marginibus lateralibus et postico angustis et sulco medio nigricantibus, maculâ occipitali ornatus umbrinâ, mediocriter definitâ, non magnâ, ante in ramos 4 divaricantes(?) divisâ; oculi laterales supra colore nigro cincti, intervalla oculorum anticorum et pars marginalis media clypei infuscata. Mandibulae, maxillae, labium colore cephalothoraci similia, sternum paullo pallidius, magis flavidum. Palpi et pedes testacei, coxis et trochanteribus pallide flavis. *Abdomen* supra castaneum, subter isabellinum videtur, colore pallido probabiliter in lateribus in vittam



triangularem obliquam, anteriora versus et sursum directam, ut in *Zodariis* non paucis aliis producto; venter ad epigastrium infuscatus.

Femina ignota.

Cyprus.

### **Zodarium reticulatum** n. sp.?

Tab. II, fig. 16.

Femina.

*Cephalothorax* 2·3 mm longus, 1·6 latus, parte cephalicâ pone 1·08 latâ, subtiliter reticulatus. *Oculorum* area 0·65 lata, 0·39 longa. In cephalothorace directo a fronte adspecto puncta media oculorum anticorum lateralium paullo demissius sita quam margines inferiores mediorum, non demissius vero, si series antica oculorum a fronte simulque desuper adspicitur. Oculi, exceptis anticis mediis, paullo oblongi; diameter anticorum mediorum 0·16, anticorum lateralium 0·115, lateralium posticorum 0·097, mediorum posticorum 0·08 longa; oculi antici medii inter se radio, a lateralibus anticis  $\frac{1}{5}$  diametri, a lateralibus posticis  $\frac{2}{3}$  diametri, a mediis posticis diametro, a margine clypei, qui insigniter proiectus, parum modo in longitudinem convexus est et desuper adspectus 0·2 latus videtur, duplâ diametro remoti; spatium oculis lateralibus postico et antico interiectum illius diametro maiori aequale; oculi postici medii a lateralibus diametro maiore, inter se fere quadruplâ hac diametro distantes. Area oculorum mediorum ante 0·38, pone 0·48 lata, 0·38 longa. *Mandibulae* 0·75 longae, coniunctim basi 0·95 latae. *Sternum* subtilissime reticulatum, maculis sublaevibus nitidis, mediocriter distinctis, pilos gerentibus ornatum. *Palporum* pars patellaris 0·45, tibialis 0·35, tarsalis unguiculo excluso 0·60 longa. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

<i>pedum</i>	I.	2·15,	0·70,	1·68,	2·32,	1·27 (ungu. exclusis).
	II.	1·95,	0·70,	1·46,	2·10,	1·05,
	III.	2·02,	?	?	?	?
	IV.	2·55,	0·90,	2·32,	2·92,	1·16 mm longa.

*Abdomen* 3·5 longum, 2·6 latum. *Epigynae* pallidae, parum induratae, sculptura parum perspicua. Foveâ ornatur epigyne valde profundâ, ca. 0·05 latâ, a margine postico insigniter remotâ, oblique anteriora versus descendentem sub marginem crassiusculum, ut reliqua epigyne pallidum, modice recurvatum, ca. 0·15 longum, margine hoc itaque maximam partem occultâ, quum ab imo adspicitur epigyne. Pars

media marginis dicti distat a margine postico epigynae ca. 0.2 mm. In foveâ initium capiunt sulci duo tenuissimi, retro et paullulo foras directi, in parte mediâ ca. 0.03 remoti, pone subito foras curvati margini postico epigynae paralleli, denique arcuato recurvati et cum margine eodem coniuncti; pars postrema epigynae sulcis his distincta 0.40 lata, 0.08 longa est; ad apicem eius utrumque epigyne maculâ rufo-fuscâ ornatur

Cephalothorax sordide rufo-testaceus, pone parum pallidior quam ante, abunde fuligineo reticulatus; anterior pars areae oculorum nigra, cum margine clypei sat late nigricanti vittâ mediâ latiusculâ nigricanti coniuncta; clypeus praeterea fuligineo reticulatus; dorsum partis cephalicae lineâ mediâ nigrâ, in medio late interruptâ, ornatum, ad eam in spatio elongato triangulari non reticulatum; reticulum, quo reliqua pars cephalica ornatur, in occipite in maculas duas oblongas obliquas, maculas minores pallidas continentes condensatum et in mediâ fere parte inter has maculas et oculos utrimque in maculam confusum valde inaequalem, plus minusve transverse positam, cum oculis posticis lateralibus lineâ anteriora versus et intus directâ, cum oculis posticis mediis vero vittâ latiore, inaequali, in longitudinem directâ coniunctam. Pars thoracica circa sulcum medium non reticulata; ceterum reticulum partis huius inaequale, passim deletum, utrimque in lineas radiantes tres condensatum; margo cephalothoracis angustus fulgineus. *Mandibulae* colore cephalothoraci similes, vittâ ornatae pallidius et obscurius castaneâ, latiusculâ, secundum marginem interiorem descendenti, paullo infra medium in totam fere latitudinem mandibulae diffusâ et pallidior; apex mandibulae et pars quaedam oblonga marginis interioris in dimidio superiore sita, pallida. *Sternum* sordide flavidum, valde obsolete colore rufo-umbrino suffusum in parte anticâ utrimque et colore eodem marginatum. *Labium* sterno parum obscurius; *maxillae* basi sterno similes, in medio colore rufo-fusco suffusae, apice albae. *Palpi* et *pedes* flavo-testacei; pedum coxae sterno paullulo pallidiores, femora anteriora in utroque latere colore fusco tincta, fortius in latere antico, I fortius quam II; color fuscus lateris postici vittam elongatam pallidiorem continet; femora posteriora apicem versus obsolete fusco vittata; etiam patellae ex parte et tibiae in lateribus leviter infuscae. *Abdomen* atro-violaceum, supra mamillas vittâ oblongâ albidâ pictum. Venter cum epigastrio avellaneo-albus, colore hoc in lateribus abdominis in triangulum sursum et anteriora versus directum

producto, ad epigastrium fasciâ transversâ sordide violaceâ, obsoletâ et ad lamellam chitineam, quâ in fronte mamillarum ornatur, fasciâ simili melius expressâ pictus. *Mamillae* colore ventri similes, earum basis communis colore violaceo suffusa.

Mas ignotus.

Cyprus.

### **Hoplopholcus** n. g.

Typus: *H. Forskâlii* (Thor.).

*Holocnemus Forskâlii* (Thor.) et *H. labyrinthi* Kulcz. a genere *Holocnemo* E. Sim., cuius typus est *H. rivulatus* (Forsk.), ut genus proprium: *Hoplopholcus* distinguendi mihi videntur propter palpos feminae non incrassatos, sternum eiusdem non tuberculatum, imprimis vero propter defectum organi stridendi, quum mas et femina *Holocnemi rivulati* organo tali e striis optime evolutis in latere exteriori mandibularum et e dente corneo in basi partis femoralis palporum intus sito constanti ornentur.

### **Hoplopholcus Cecconii** n. sp.

Tab. II, fig. 6, 7.

Mas.

*Cephalothorax* 2·05 mm — clypeo excluso 1·85 mm — longus, 2·1 latus, similem in modum atque in *Holocnemo rivulato* (Forsk.) impressus, sed sulcis in foveâ mediâ initium capientibus non ut in illo fere retro directis et foras curvatis, sed a basi a se discedentibus, subrectis, versus coxas IV medias directis. Area *oculorum* ante 0·69, pone 0·76 lata, series antica recta, postica recurvata marginibus posticis oculorum mediorum cum punctis mediis lateralium lineam subrectam designantibus. Oculi laterales paullulo modo oblongi, inter se et mediis posticis subaequales; antici medii diametro radium mediorum posticorum aequant. Oculi postici medii inter se ca.  $\frac{4}{5}$  diametri, a mediis anticis ca.  $\frac{3}{5}$  diametri, ab anticis lateralibus  $\frac{1}{5}$  diametri, a lateralibus posticis  $\frac{2}{5}$  eiusdem, antici medii inter se  $\frac{2}{5}$  diametri, a lateralibus anticis  $\frac{6}{5}$  diametri, laterales antici et postici  $\frac{1}{5}$  diametri remoti. Area *oculorum* mediorum ante 0·19, pone 0·45 lata, 0·31 longa. Clypeus 0·9 longus. *Mandibulae* 0·6 longae, coniunctim prope medium 0·8 latae, latere exteriori modice in longitudinem convexo, marginibus interioribus inter se ubique



contingentibus aut proximis saltem, ornatae in angulo apicali interiore dente nigro, gracili, deorsum directo, in dorso autem ad ipsum marginem exteriorem circiter in  $\frac{2}{3}$  longitudinis dente multo crassiore, conico, circiter sescuplo longiore quam latiore, leviter incurvato, pallido. apice nigro, in latere interiore denticulo nigro instructo; dens hic deorsum et anteriora versus directus apicem mandibulae a fronte visae non attingit; latus exterius mandibularum non striatum, dorsi pars magna apicalis interior deplanata, imo paullulo concava. *Sternum* latissimum, ante 1.25, in parte latissimâ 1.45 latum, ca. 1.05 longum labio excluso, non tuberculatum, ante utrimque (pone maxillas) multo minus excisum quam in *Holoenemo rivulato*, parte extremâ marginis antici magis foras quam anteriora versus, neque magis anteriora versus quam foras, ut in illo, directâ. *Palporum* pars femoralis supra 0.6 longa, a latere visa apice 0.2 crassa, a basi medium versus modice incrassata, ceterum crassitudine subaequali, leviter et paullo inaequaliter sursum curvata, latere superiore leviter concavo, inferiore paullo angulato pone medium; pars patellaris supra 0.42, subter ca. 0.05 longa, 0.40 lata. basi 0.35 crassa, dorso in longitudinem paene recto; pars tibialis 1.15 longa, 0.68 crassa, 0.65 lata, dorso valde convexo, desuper visa elongato ovata, a latere exteriore adspecta paene semicircularis basi oblique truncata; pars tarsalis ab angulo basali superiore ad apicem 1.2 longa, prope basim ca. 0.5 crassa, a latere exteriore visa latere inferiore paullo pone medium in tuberculum latum non altum elevato. ad ipsum apicem unco ornato nigro, ca. 0.15 longo, gracili, fere anteriora versus directo, leviter sursum curvato; ceterum latus inferioris partis tarsalis paene rectum est, latus superius vero insigniter curvatum ita. ut pars haec circiter a  $\frac{2}{5}$  longitudinis usque ad medium primo cito, tum lentius tenuior fiat, a medio autem ad apicem crassitudine sit parum inaequali. Apex partis tarsalis insigniter inaequalis, utrimque impressus, foveâ in latere interiore sitâ transversâ, in exteriore magis rotundatâ; huius margo posticus interruptus, superior inaequalis, denticulo minuto uno aut duobus instructus, apicalis minute incisus (? pars haec in exemplo nostro non bene conservata videtur); prope ab unco supra dicto, supra eum, pars tarsalis membranâ oblongâ, basim versus angustatâ et paullo contortâ, margine denticulatâ, porrectâ, quam uncus paullo longiore, ornatur. Desuper visa pars tarsalis circiter in  $\frac{2}{5}$  basalibus crassa est, tum in latere interiore subito, ceterum apicem versus parum angustata.

Stemma simile stemmati *Hoplopholci labyrinthi*; bulbus albidus, semiglobosus fere; lamina cornea lateri eius exteriori (parti tarsali opposito) adnata in parte apicali liberâ, deorsum et anteriora versus prominenti profunde divisa in lacinias duas; hae subaequali longitudine, anterior sat late triangularis, posterior a basi primo dilatata, tum angustata, latere posteriore arcuato, anteriore subrecto; apice ambae laciniae obtusiusculae sunt et leviter uncatae: intus paullulo curvatae; sinus laciniis interiectus acutangulus, eius margo non reflexus; cum basi anteriore laciniae anterioris tuberculum coniungitur albidum. paullo compressum. *Pedum* aculei in exemplo nostro plerique defracti; femora I subter serie aculeorum basim suam non attigenti ornata; etiam in femoribus II pili subter apicem versus siti reliquis pilis crassiores fuisse videntur. Femur, patella cum tibia, metatarsus, tarsus

pedum	I.	12·5,	13·3,	?	?
"	II.	9·0,	9·0,	12·1,	2·3,
"	III.	7·1,	7·1,	9·1,	2·0,
"	IV.	8·5,	8·5,	11·9,	2·1 mm longa.

*Abdomen* 3 mm longum, 2·3 latum et altum, desuper visum ovatum, ante leviter rotundato-truncatum, formâ non insigne. Epigastrium paullo induratum videtur, sulcis duobus ornatur obsoletis, sulcis eis respondentibus, quibus in feminâ epigyne ante finitur.

*Cephalothorax* cum mandibulis maxillis sterno palpis pedibusque pallide fulvo-flavidus; oculi antici medii in maculâ communi nigrâ siti, lateralium cinguli et intervalla nigra; sternum vittâ mediâ latâ diffusâ obsoletâ umbrinâ ornatum, anguste rufo-umbrino marginatum; palporum pars tarsalis subter et in parte apicali angustiore badia et nigra; pedes apicem versus colore ferrugineo suffusi, coxae apice anguste, trochanteres latius rufo-umbrino marginati, femora apice paullo pallidiora. infra partem hanc levissime infuscata, patellae colore rufo-umbrino tinctae. *Abdomen* flavido-cinereum; in exemplo nostro mediocriter conservato dorsum eius paullo ante medium utrimque obsolete fusco maculatum, in parte posteriore serie angulorum trium et arcuum duorum (?) fuscorum pictum videtur.

#### Femina.

*Cephalothorax* 1·75 mm, clypeo excluso 1·59 longus, 1·7 latus Area oculorum ante 0·60, pone 0·65 lata. Oculi postici medii margine antico interiore leviter sinuato (an constanter?). Oculorum magnitudo et situs similia atque in mare; oculi medii postici inter se

$\frac{3}{4}$  diametri, ab anticis mediis radio, a lateralibus posticis  $\frac{1}{3}$  diametri, antici medii a lateralibus paullulo minus quam diametro, laterales postici ab anticis  $\frac{1}{6}$  diametri remoti mihi videntur. Area oculorum mediorum ante 0.18, pone 0.31 lata, 0.27 longa. Clypeus 0.63 longus. *Mandibulae* 0.52 longae, 0.61 latae. lateribus exterioribus paullulo modo arcuatis, angulo apicali interiore ut in mare armato, dorso inermi. *Sternum* 0.8 longum, ante 0.95, in parte latisimâ 1.2, pone 0.9 latum, non tuberculatum. *Palporum* pars femoralis 0.47 longa, patellaris 0.19 longa, 0.145 lata. tibialis 0.34 longa, basi 0.13, apice 0.145 lata, tarsalis 0.52 longa, basi 0.11 lata, conica; palpi itaque tenues et formâ non insigniter. *Pedum* I femur 9.4, tibia cum patellâ 10.8, femur II 7.3, tibia cum patellâ 7.6, pedum III femur 5.6, tibia cum patellâ 5.8, metatarsus 6.8, tarsus 1.7, pedum IV femur 7.0, tibia cum patellâ 7.0 mm longa. *Abdomen* ca. 3 longum, 2 latum, 2.1 altum, desuper visum ovatum, dorso et pariete postico parum inaequabiliter arcuatis. *Epigyne* valde similis epigynae *Hoplopholci Forskâlii* et *H. labyrinthi*, eo solum distincta (an constanter?), quod pars eius postica media parum modo pallidior quam reliqua area epigynae et cornea, partes laterales vero marginis postici albidii et molles sunt, quum in *H. Forskâlii* et *H. labyrinthi* contra pars illa mollis et facile collabens, hae vero corneae sint; praeterea margo posticus epigynae utrimque ad partem mediam leviter depressam paullulo tumidus est, epigyne a latere simulque a parte inferiore visa itaque ante marginem posticum manifesto quamquam leviter modo sinuata (in *H. Forskâlii* et *H. labyrinthi* ubique leviter convexa aut ex parte plana).

*Color* feminae similis atque maris. Cephalothorax colore umbrino aut ferrugineo suffusus in vittâ media, quae a foveâ mediâ anteriora et posteriora versus latior fit, ante oculos amplectiter, in parte thoracicâ sulcis a foveâ retro et foras ductis plus minus definitur. Vitta sterni in parte anteriore insigniter dilatata, hic inaequalis, quasi pinnata.

Palaestina.

Mas huius speciei formâ partis tarsalis palporum (spinâ nigrâ ad apicem subter sitâ et a tuberculo partem hanc subter prope medium ornanti longe remotâ) facile distinguitur ab *Hoplopholco Forskâlii* et *H. labyrinthi*; ad feminas distinguendas epigynae parum prosunt; meliorem notam fortasse oculi praebent: oculi postici



medii inter se spatio insigniter quam diameter minore et duplo fere minore quam spatium ab oculis anticis mediis occupatum distant in *Hoplopholco Forskålii*, spatio minore quam diameter et non sescuplo maiore quam linea oculorum anticorum mediorum in *H. Cecconii*, spatio quam diameter oculi medii postici et quam linea oculorum anticorum mediorum maiore in *H. labyrinthi*.

### **Lephtyphantes albuloides (O. Cambr.)?**

Tab. II, fig. 19.

1872. *Linyphia albuloides* O. Cambridge, General List of the Spiders of Palestine and Syria et., p. 293.

#### **Femina.**

*Cephalothorax* 1.45 mm longus, 1.15 latus, subtilissime reticulatus, nitidus. *Oculorum* area 0.52 lata, series posterior recurvata punctis mediis oculorum mediorum cum marginibus anticis lateraliū lineam subrectam designantibus, oculi medii lateralibus evidenter maiores (diametro fortasse  $\frac{1}{6}$  maiore), ab eis radio, inter se paullulo minus remoti; oculi antici laterales a mediis paullulo minus quam dimidiā diametro distantes; area oculorum mediorum ante 0.22, pone 0.28 lata, 0.31 longa; clypeus sub eā 0.29 altus. *Sternum* densissime subtiliter reticulatum, opacum. *Pedum* femora I aculeo 1, patellae omnes 1, tibiae supra 1. 1 et in dimidio apicali utrimque (I, III, IV) aut pone saltem (II) 1, metatarsi aculeo 1 instructi. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

pedum I.	2.1,	0.52,	2.1,	2.04,	1.39,
„ II.	1.95,	0.45,	1.75,	1.78,	1.16,
„ III.	1.50,	0.35,	1.2,	1.3,	0.81,
„ IV.	1.95,	0.39,	1.68,	1.85,	1.13 mm longa.

*Abdomen* 2.3 longum, 1.6 latum, formā in hoc genere vulgari. *Epigyne* non parum similis epigynae *Lephtyphantae nebulosi* (Sund.), sed pars scapi basalis (quae ab imo conspicitur) parum modo latior quam longior (0.24 et 0.21 mm), lateribus — basi et apice exceptis — parallelis, angustior quam pars scapi profundius sita, cuius margines laterales itaque in epigynā ab imo visā utrimque paullo prominent. *Lephtyphantae nebulosi* pars basalis scapi multo latior est quam longior (0.35 et 0.21 mm), lateribus arcuatis a basi primo modice dilatata, tum angustata, lateribus partes scapi ventri propius sitas omnino occultat, quum ab imo adspicitur epigyne.

*Cephalothorax* cum mandibulis, palpis, pedibus pallide fulvo-

flavus, vittâ ornatus mediâ nigrâ, angustâ, paullo inaequali, in parte cephalicâ anguste furcatâ et evanescenti, oculos longe non attingenti; mandibulae vittâ fuscâ valde obsoletâ. ab angulo basali interiore versus basim unguis directâ, ornatae; pedes annulis binis non latis, nigris picti in tibiâ dimidio basali et in apice. Sternum subfuligineum. *Abdomen* flavido-cinereum dense albo maculatum, picturâ nigrâ ornatum probabiliter insigniter varianti, in exemplo nostro unico in lineâ medianâ circiter in  $\frac{1}{4}$  longitudinis et in medio puncto pictum nigro et supra mamillas serie duplici linearum brevium ternarum, quatuor anterioribus paullo obliquis, postremis duabus transversis et melius expressis; in lateribus abdominis vix vestigia ulla macularum obscurarum cernuntur; venter vittâ ornatus angustâ (quam mamillae angustiore), obscurâ, quoniam punctis albis caret, seriem mediam inconditam macularum albarum continenti, e quibus maculis postrema reliquis melius expressa est.

Cyprus.

### **Lepthyphantes congener** (O. Cambr.)?

Tab. II, fig. 17.

? 1872. *Linyphia congener* O. Cambridge, General List of the Spiders cet., p. 294.

Mas.

*Cephalothorax* 1.55 mm longus, 1.25 latus, subtilissime reticulatus. *Oculorum* area 0.52 lata; series posterior leviter recurvata marginibus posticis oculorum mediorum cum punctis mediis lateralium lineam procurvam, cum eorum marginibus posticis lineam recurvatam designantibus; oculi postici medii lateralibus paullulo maiores (horum diameter maior non brevior mihi videtur quam diameter illorum), ab eis radio, inter se paullulo minus remoti; oculi anfici laterales a mediis paullulo minus quam dimidiâ diametro remoti. Area oculorum mediorum ante 0.22, pone 0.29 lata, 0.29 longa; clypeus sub eâ 0.34 altus. *Mandibulae* in lateribus striis 30 saltem instructae, superioribus valde confertis. *Sternum* densissime subtiliter reticulatum, opacum. *Palporum* pars femoralis 0.75 longa, patellaris 0.20 longa, 0.16 lata, supra modice et paullo inaequaliter convexa, non procul ab apice setâ forti, ca. 0.55 longâ, instructa; pars tibialis 0.25 longa, prope medium 0.21 crassa et 0.19 lata, insigniter inaequalis, in latere exteriori inferiore prope medium in tuber incrassata obtusum, in parte apicali superiore interiore foveâ ornata profundâ, latiore quam longiore, cuius margo exterior in

dentem elevatus est nigrum, sursum et paullulo foras directum; qui dens desuper adspectus apicem versus insigniter dilatatus est, apice late angulato-truncatus, a latere visus basi latior quam longior, triangularis, acutus, leviter recurvatus; una cum dente hoc pars tibialis a latere exteriori visa supra 0.25 longa et 0.25 apice alta est, dorso prope basim modice tumido, ceterum usque ad apicem dentis modice concavo (pili partis tibialis in exemplo nostro plerique defracti). Lamina tarsalis 0.63 longa, 0.52 lata, quum a parte exteriori superiore adspicitur, prope basim in angulum obtusum elevata, hic enim margo eius exterior in carinulam non altam elevatus est; margo exterior laminae prope medium in lobum dilatatus latum obtusum, ante sinu lato finitum; paullulo supra lobum lamina carinulâ ornatur acutâ sublibratâ, anteriora versus paullo ultra eum productâ. Paracymbium magnum, eius lamina reflexa a latere exteriori visa sursum et parum anteriora versus directa, triplo saltem longior quam latior, latere antico paene recto, postico in angulum valde latum fracto, ab angulo hoc basim versus aequabiliter, apicem versus primo modice, tum subito angustata. Stemmatis lamella characteristică (in exemplo nostro manifesto loco suo mota) fortiter curvata, magnam partem cum margine antico paracymbii probabiliter contingens, in parte hac modice et paullo inaequaliter angustata, tum a paracymbio discedens anteriora versus et paullo deorsum curvata, primo parum aut non, apice verum sat cito et aequabiliter fere angustata; in paginâ bulbo oppositâ pars lamellae characteristicae procurva instructa est carinâ in longitudinem directâ, insigniter altâ. Lobus bulbi genitalis exterior (cum lamellâ characteristicâ contingens) plicis ca. 6 fortibus ornatus. In apice stemmatis aculeus corneus, fere porrectus, paullulo modo curvatus, conspicitur.

*Pedes* ut in priore aculeati; eorum internodia:

- |      |       |       |       |       |                |
|------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| I.   | 2.45, | 0.45, | 2.36, | 2.46, | 1.62,          |
| II.  | 2.15, | 0.45, | 2.01. | 2.10, | 1.32,          |
| III. | 1.72, | 0.37, | 1.46, | 1.65, | 0.87,          |
| IV.  | 2.26, | 0.39, | 2.01, | 2.30, | 1.29 mm longa. |

*Abdomen* (corrugatum) 2 mm longum, 1 latum.

*Cephalothorax* fulvo-flavidus, margine partis thoracicae nigricanti, vittâ mediâ nigrâ ornatus tenui in parte thoracicâ, in parte cephalicâ anguste furcatâ in ramos paullo diffusos, oculos medios posticos attingentes; oculi cingulis nigris cincti, antici medii in maculâ nigrâ siti. Mandibulae fulvo-flavidae, colore fuligineo inae-



quabiliter tinctae; color hic intus lineâ angulum mandibulae basalem internam cum basi unguis coniungenti fere finitur, apicem mandibulae versus evanescit, supra (sub clypeo) maculis duabus pallidis, maiore in dorso et minore in latere exteriori antico, interruptus est. Sternum obscure rufo-umbrinum; labium nigricans, maxillae umbrino-fulvae. *Palpi* et *pedes* fere colore cephalothoracis; illorum pars tibialis apice partim anguste, partim latius umbrino et nigro marginata; laminae tarsalis color dominans ferrugineo-fulvus, paracymbium fuligineum; pedes annulis nigris aut nigricantibus ornati, ex parte incompletis, binis in femoribus: in dimidio basali et in apicali, in tibiis et in metatarsis etiam binis: in dimidio basali et in apice; femora apice parum late nigro marginata, patellae in lateribus nigro vittatae. *Abdomen* isabellinum albo maculatum et colore nigro abunde pictum eundem fere in modum atque in *L. nebuloso* (Sund.), etiam ventris pictura similis: inter epigastrium et mamillas macula fuliginea extenditur triangularis fere, pone angustior, vittâ isabellinâ angustâ, ante dilatatâ dimidiata, ad mamillas maculâ albâ picta.

Cyprus.

### **Oxyptila rigdia** (O. Cambr.)?

Tab. II, fig. 15.

? 1872. *Thomisus rigidus* O. Cambridge, General List of the Spiders etc., p. 305.

#### **Femina.**

*Cephalothorax* 2.1 mm longus et latus, cum abdomine 4.5 longus, dorso partis cephalicae levissime convexo in longitudinem, modice declivi, densissime granulatus, pilis pallidis, deplanatis, subadpressis, circiter 0.015 latis, partim linearibus apice obtusiusculis, partim lanceolatis, non dense tectus, praeterea aculeis paullo crassioribus, clavatis, ex parte obscurius coloratis, plerisque etiam subadpressis, inter oculos, in lineâ medianâ et in lateribus partis cephalicae cet. instructus, ad marginem clypei aculeis cylindratis sex, ca. 0.15 longis ornatus. *Area oculorum* 1.0 lata; oculi medii antici et postici subaequales, laterales postici anticis dimidio minores (in diametro), a mediis posticis triplâ, a lateralibus anticis duplâ suâ diametro, postici medii a lateralibus dimidio longius quam inter se, antici laterales a mediis diametro suâ et dimidio fere minus quam hi inter se remoti. *Area oculorum* mediorum ante 0.33 lata, pone fere non angustior, 0.38 longa. *Pedum* sex anteriorum femora aculeo 1 parvo, subcylindrato (femora I nonnunquam duobus), tibiae omnes supra

aculeis tenuibus cylindratis 1.1, anteriores subter aculeis formâ vulgari utrimque 3 aut 2, metatarsi anteriores subter utrimque 3 et in latere utroque 1 armati (armatura paullo mutabilis!). Pedum I femur 1.9, patella 1.05, tibia 1.35, metatarsus 1.05, tarsus 0.67 longus. *Abdomen* 2.8 longum, 3.1 latum, non dense aculeis ornatum complanatis clavatis (aut squamis crassis potius) inaequalibus: minoribus pallidis subadpressis, ca. 0.08 longis, et maioribus obscuris, magis erectis, ca. 0.13 longis. *Epigyne* male definita, impressione transversâ in partes duas divisa, anteriorem posteriore minorem; pars anterior e tuberculo constat ca. 0.2 lato, 0.12 longo, infra sat fortiter convexo, pone et supra (in pariete ventri opposito) excavato, apicem versus itaque complanato et fere lamelliformi, a margine antico recurvato posteriora versus adscendenti, margine postico, quum ab imo adspicitur, procurvo aut in angulum latum obtusum fracto; margo posticus epigynae, ca. 0.1 latus, modice procurvus, medio-criter induratus, e parte anticâ mediâ septum emittit incompletum, libratum, aequè ac tuberculum anticum elevatum, planum, lateribus praeruptis, a basi ca. 0.2 latâ primo subito, ceterum leviter modo angustatum, apice obtuso a tuberculo antico 0.08 aut 0.015 mm modo distant. Foveae septo et margini postico interiectae in fundo lamellas continent corneas, subtriangulares, sulco margini postico exteriori parallelo in binas partes imperfecte divisas, anteriorem longam parum latam et anteriorem subovatam obliquam (anteriora versus et foras directam), impressione latâ diffusâ ornata.

Color corporis humefacti: *Cephalothorax* fulvus, parte thoracicâ anguste albo marginatâ, vittâ utrimque ornatus obscurius aut pallidius castaneâ, quae vittae ante insigniter minus quam oculi postici laterales inter se distant, posteriora versus insigniter a se discedunt ita, ut in margine superiore declivitatis posticae spatium duplo saltem latius quam ante includant, foras usque ad marginem album extenduntur, colore fulvo plus minusve variegatae sunt in partibus exterioribus sed non in extremis et colore hoc pone (supra marginem posticum cephalothoracis) interruptae; pars cephalothoracis media fulva pone in dorso proprio vestigio maculae V-formis crassae ornatur, ante hanc maculam plerumque colore castaneo plus minusve suffusa est, lineâ mediâ castaneâ longâ, plus minusve evidenter geminatâ, nonnunquam obsoletâ, dimidiata et maculis castaneis plerumque leviter contaminata; area oculorum et clypeus colore parti anteriori vittae mediae similia, tuberculis oculorum lateralium, ante-

riorum saltem, plus minusve pallidioribus aut etiam oculis mediis in maculis pallidis sitis. *Mandibulae* fulvae castaneo variegatae. *Sternum* fulvum aut ferrugineum, utrimque vittis tribus obliquis et pone vittâ mediâ, castaneis, inter par vittarum 1-um et 2-um fasciâ recurvatâ isabellinâ pictum; nonnunquam vittae anticae castaneae deletae, posteriores quinque inter se coniunctae aut in maculam unam magnam confusae. *Palpi* et *pedes* dilute fulvi, albido maculati et lineati, pedes praeterea colore castaneo et nigro picti; eorum coxae subter fulvae, apice albido marginatae, castaneo et albido vittatae; pedum II femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus supra fulva aut obscuriora (praesertim tibia) et lineâ mediâ albidâ ornata, femur — exceptâ vittâ latâ pallide fulvâ in latere postico — in lateribus et subter albidum fulvo punctatum, subter punctis castaneis in vittas duas vittam albam continentes conflatis pictum, in latere antico parce castaneo punctatum et ad apicem vittâ brevi castaneâ ornatum, patella in lateribus et subter fulva, diffuse albido lineata, ante apicem versus castaneo punctata, tibia subter obsolete albido lineata, in lateribus isabellina fulvo et castaneo obsolete punctata; pedes I pedibus II similes, picturâ castaneâ minus evolutâ, nonnunquam maximam partem deletâ. Femora posteriora non aut (IV) obsolete albo lineata supra, abunde (praesertim IV) castaneo maculata et punctata, subter femoribus II similia; patellae fulvae albido lineatae, ante vittâ castaneâ pictae; tibiae supra et minus evidenter in lateribus albido lineatae, ceterum fulvae, annulo ornatae basali lato castaneo interrupto, passim in vittas longitudinales interruptas diffuso; metatarsi supra albido lineati, in lateribus (IV saltem) castaneo vittati. Tota haec pedum pictura non parum mutabilis. Dorsi *abdominis* pallide fulvi aut cinereo-umbrini pictura typica constare videtur e fasciis tribus transversis castaneis, plus minusve inaequalibus, non latis, anticâ fere in medio dorso, posticâ prope apicem dorsi sitâ; vittae hae in medio plus minusve interruptae sunt, media reliquis plerumque minus evoluta, nonnunquam deleta; ceterum folium dorsuale modo non differt colore a lateribus, modo margines eius plus minusve castaneo punctati sunt et reticulati; latera abdominis sordide isabellina aut pallide fulva, parce disperse castaneo punctata. Nonnunquam folium dorsuale magnam partem colore castaneo et fuligineo maculatum est ita, ut fasciae transversae parum perspicuae evadant et e colore pallidiore vittâ modo restet media inaequalis,



parum definita, ante aequae atque folium lata, posteriora versus inaequaliter insigniter angustata.

Cyprus et Palaestina.

### **Xysticus Tristramii** (O. Cambr.)?

Tab. II, fig. 14.

? 1872. *Thomisus Tristrami* O. Cambridge, General List of the Spiders cet., p. 304. t. 14, f. 16.

#### Femina.

*Cephalothorax* 3.1 mm longus et latus, areâ oculorum 1.55 latâ, dorso partis cephalicae modice declivi, recto aut paullulo convexo, aculeis pronis complanatis brevibus, maioribus minoribusque, crassioribus clavatis, tenuioribus linearibus instructus, in clypeo aculeis 9 acuminatis, prope oculos aculeis paucis similibus longioribus ornatus. *Oculi* medii subaequales, eorum area modo rectangula. modo ante paullulo angustior (0.55 et 0.565 lata), ca.  $\frac{1}{8}$  latior pone quam longior; oculi postici medii a lateralibus circa triplâ horum diametro et  $\frac{1}{4}$  aut  $\frac{2}{5}$  longius quam inter se, antici laterales a mediis paullo plus quam diametro et dimidio longius quam medii inter se remoti. *Pedum* I femora serie obliquâ aculeorum brevium 3, raro 4, reliqua femora aculeo 1, tibiae anteriores subter utrimque aculeis 4, supra 1. 1 minutis, in lateribus 0, metatarsi anteriores subter utrimque 4, praeterea I in latere utroque inter aculeum inferiorem 2-um et 3-um aculeo 1 et in apice 1, II armaturâ simili, praeterea ante prope basim aculeo 1 parvo, tibiae posteriores supra ut anteriores, subter III 1. 2.1, IV 1. 1. 1, metatarsus III praeter aculeos apicales 3 aculeis 4 ante et subter, metatarsus IV in apice 1, ante et subter 1 armatus. *Pedum* I femur 3.0, patella 1.57, tibia 2.1, metatarsus 1.95, tarsus 0.94 longus. *Abdomen* 5.2 longum, 4.7 latum, aculeis similibus atque cephalothorax, levissine clavatis aut linearibus instructum. *Epigyne* paullo mutabilis, praesertim in parte mediâ; in parte anticâ lamellis corneis tribus ornatur, coniunctim spatium dimidio aut duplo fere latius quam longius occupantibus (0.43 lat., 0.22 long.; 0.37 lat., 0.24 long.), earum laterales semilunares, incurvatae, margine exteriore adnatae, intra adscendentes, inter se in parte mediâ 0.21—0.24 remotae; parti earum anteriori interiecta est lamella tertia, quae etiam semilunaris dici potest, recurvata, ante adnata, retro adscendens, in transversum convexa, margine postico modo arcuato, modo

in angulum rectum fere, apice non rotundatum fracto; ad apicem utrumque lamellae mediae tuberculum conspicitur humile, modo corneum, modo pallidum, formâ varians, cum margine interiore lamellae lateralis contingens, plerumque usque ad eius apicem posticum productum, incurvatum, nonnunquam multo brevius; tubercula haec revera pertinent ad lamellam mediam, quae itaque tuberculum dici potest pone profunde excavatum. Pars media epigynae paullulo humilior est quam margo posticus, circiter 0.2 latus, plus minusve transverse plicatus, in parte anticâ mediâ anguli instar, cruribus concavis, circiter usque ad mediam epigynam productus. Pars epigynae utraque margini postico et lamellis anticis interiecta ita impressa est, ut costâ occupetur humili latâ obtusâ, ad marginem anteriorem posticum lamellae anticae lateralis initium capienti, retro et intus directâ, intus, anteriora versus, denique foras curvatâ, nonnunquam parum expressâ aut interruptâ.

Occurrunt exempla minora: cephalothorace 2.5 longo et lato, abdomine 4.3 longo, 4.0 lato, pedum I internodiis 2.5, 1.42, 1.8, 1.68, 0.9 mm longis.

Color corporis humefacti: *Cephalothorax* fulvus, marginibus lateralibus angustis albis, in lateribus parum obscurior quam secundum medium, vitta itaque media pallida, quali *Xystici* ornari solent, parum evidens in dorso proprio, fere solum maculâ pallidiore, avellaneâ, diffusâ, V-formi aut rotundatâ fere, in occipite indicata; colore fuligineo et nigro plus minusve variegatus est cephalothorax, praesertim ad margines laterales, minus ad margines superiores vittarum lateralium, etiam minus in his vittis ipsis et in parte anteriore vittae mediae; magis quam reliqui cephalothoracis pictura declivitatis posticae sibi constans videtur: avellaneo-albae, supra utrimque vittâ crassâ obliquâ fuligineâ notatae. Area oculorum magnam partem aut etiam clypeus avellaneo-alba. *Mandibulae* isabellinae fulvo variegatae. *Sternum* pallide isabellinum plus minusve fuligineo punctatum. Coxae *pedum* sterno similes, dilute fulvo vittatae aut etiam fuligineo maculatae; pedes ceterum fulvi, abunde isabellino-albo variegati, nigro-fuligineo maculati et punctati supra et in lateribus, subter verum non aut parum; lineae albiae, vittis fulvis inclusae, plus minusve evidentes in femoribus anterioribus, melius expressae in patellis et imprimis in tibiis pedum cunctorum. *Palpi* pedibus similes, plus minusve pallidiores. *Abdomen* avellaneum aut isabelli-

num, dilute umbrino varium in modum maculatum et in dorsi parte posteriore transverse fasciatum, plerumque punctis et maculis parvis fuligineis adpersum, folio dorsuali indistincto, plerumque vix vestigia ulla picturae illius praebet, quâ dorsum abdominis in *Xysticis* ornari solet. Latera abdominis punctis aut maculis parvis, fuligineis aut nigris, plus minusve in vittas obliquas digestis ornata; venter dorso parum aut non pallidior, punctis fuligineis adpersus.

Cyprus et Palaestina.

### ***Philodromus medius* O. Cambr.?**

? 1872. *Philodromus medius* O. Cambridge, General List of the Spiders cet., p. 311.

1872. *Philodromus glaucinus* Chyzer & Kulczyński, Araneae Hungariae cet., v. 2. p. 304.

*Philodromus*, cuius exemplum (eheu, non adultum) legit Cel. Dr. Cecconi in Cypro, non differre mihi videtur a *Philodromo*, quem l. c. paucis verbis attigi et *Ph. glaucinum* E. Sim. appellavi — certo non recte, verus *Ph. glaucinus* enim non solum multo maior est: feminae benigne a Cel. E. Simonio mihi communicatae cephalothorax 2·1, cum abdomine (ovis distento) 6 mm longus est (*Ph. glaucini* nostri, in insulâ Pago lecti, cephalothorax 1·3, cum abdomine — non distento — 3·1 longus), sed etiam pedes insigniter longiores habet: cephalothorax non aut vix latior est quam tibia II longa (ille 1·97 latus, haec 1·95 longa), quum in *Ph. glaucino* nostro cephalothorax latitudine tibiam II cum dimidiâ patellâ aequet (cephalothorax 1·42 latus, tibia II 1·07, cum patellâ 1·8 longa). Epigynae differentiam evidentiorē non praebent.

Fortasse *Philodromus glaucinus* m. idem est atque *Ph. medius* a Rev. Cambridgio l. c. descriptus, melius saltem in eum quadrare mihi videtur descriptio *Ph. medii* quam *Ph. glaucini*; sed res ulterius inquirenda est, *Philodromi glaucini* m. enim feminam solam novi, Rev. Cambridge autem marem solum *Ph. medii* accuratius descripsit, feminam vero paucis verbis attigit. In praesenti *Philodromum medium* Camb., quem Cel. E. Simon — auctore Rev. Cambridgio — ut synonymum *Ph. glaucini* E. Sim. protulit<sup>1)</sup>, pro specie propriâ habuerim et ei *Ph. glaucinum* m. subiunxerim.

<sup>1)</sup> Les Arachnides de France, v. 2, p. 289.



**Mesiotelus cyprius** n. sp.

Tab. II, fig. 13.

Species haec a *Mesiotelo tenuissimo* (L. Koch.)<sup>1)</sup> non differre videtur nisi formâ epigynae, cuius fabrica tamen non parum similis est in utrâque specie.

A tuberculo corneo ad marginem posticum epigastrii epigynae 0.58—0.61 mm longa est, inter apices costarum lateralium 0.35—0.42 lata, multo itaque longior quam latior, rhombica fere, apice postico truncato; in parte anticâ dimidiâ aut multo minore crasse transverse plicata, plicâ prope mediam epigynam sitâ unâ aut duabus in angulum latum fractis, reliquis subrectis; inter dimidium et  $\frac{3}{4}$  longitudinis epigynae utrimque costâ ornatur lamelliformi, adpressâ (acie intus directâ), non magis saltem intus quam retro directâ, subrectâ; circiter in  $\frac{3}{4}$  epigynae costae hae plus minusve retro curvantur et in marginem abeunt obtusum, primo intus, tum retro curvatum, quo extrinsecus definiuntur: primo depressio lata epigynae, tum sulci duo. quibus pars epigynae postica in tres dividitur partes, mediam ca. 0.05 latum, pallidam, et laterales, non evidenter altiores, obscure coloratas. — Latitudo epigynae *Mesioteli tenuissimi* cum longitudine comparata multo maior est; pars epigynae postica sulco uno medio dimidiatur; costae corneae, quibus pars epigynae posterior ornatur, fere transverse positae sunt; pars epigynae anterior plicis plerisque insigniter procurvis instructa est.

*Cephalothorax Mesioteli cyprii* 2.25 mm longus est, 1.7 latus, area oculorum 0.75 lata. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

<i>pedum</i>	I.	2.3,	1.2,	2.02,	1.65,	0.98,
	II.	2.1,	1.08,	1.8,	1.57,	0.9,
	III.	1.75,	0.86,	1.42,	1.68,	0.83,
	IV.	2.7,	0.97,	2.4,	2.7,	1.05 mm longa.

*Abdomen* 3.9 longum, 2.5 latum. — Occurrunt exempla minora: cephalothorace 1.9, abdomine 3.0, tibia IV 2.1 longâ.

Cyprus.

<sup>1)</sup> *Mesiotelus*, quem pro *M. tenuissimo* habeo, in Dalmatiâ lectus, differt a descriptione huius speciei a Cel. E. Simonio in Les Arachnides de France, v. 4, p. 296, prolata oculis anticis mediis inter se et a margine clypei  $\frac{2}{3}$  diametri remotis, posticis mediis inter se insigniter longius quam a lateralibus (0.14 et 0.09 mm), lateralibus posticis ab anticis parum plus quam dimidiâ dimetro maximâ distantibus.

**Cedicus flavipes** E. Sim.

Tab. II, fig. 20, 21.

1875. *Cedicus flavipes* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 2, p. 48.

Maris in Cypro insulâ lecti processus patellaris palporum apice obtusus est, neque truncatus. margine inferiore parum curvato, acuto, superiore insigniter arcuato, obtuso; margo posticus foveae, quâ latus exterius partis patellaris ornatur. pone levissime solum, in denticulum humillimum, parum perspicuum elevatus; processus tibialis margine antico acuto, postico obtuso. — Stemmatis non distorti bulbus, praeter partem quandam parvam, quae a latere interiore conspicitur cum margine laminae tarsalis contingens, imprimis ex anfractu uno constare videtur, corneo, nigro, in latere exteriori antico sub margine laminae emergenti, secundum marginem hunc retro, intus, anteriora versus, denique foras curvato, in parte exteriori et posticâ compresso, in interiore et anticâ callum formanti crassum obtusum; in parte stemmatis anticâ exteriori anfractus hic abire videtur (pars haec conductore emboli et membranâ quâdam aliâ occultatur) in lobum pallide coloratum, oblongum, crassum, apice obtusum, retro et intus directum, usque ad basim stemmatis pertinentem; cum latere superiore lobi commodum dicti, paullo ante eius apicem, embolus coniungitur, intus et paullo retro directus, secundum latera stemmatis anteriora versus, denique foras curvatus, apicem versus leviter sinuatus; insigni itaque longitudine est embolus, in parte basali longâ crassus, sensim attenuatus, ceterum tenuis, in parte apicali compressus. Conductor emboli albus. parum induratus, longus, parum latus, prope medium stemma initium capit, anteriora versus et foras directus, foras curvatus, paullo extra marginem anticum exteriori stemmatis ab imo visi prominens, in parte basali paullo complanatus, in apicali latior, fortiter compressus et ante concavus; hac parte concavâ recipitur pars apicalis emboli. Etiam aliâ quadam parte membranaceâ albâ ornatur stemma, prope basim conductoris lateri exteriori propius adnatâ, similem in modum atque conductor directâ, brevior, basi angustâ, apicem versus spatulato dilatatâ et subter concavâ, margine apicali deorsum flexo, cucullatâ itaque.

**Tegenaria dentifera** n. sp.

Tab. II, fig. 18.

**Femina.**

*Cephalothorax* 2.65 mm longus, 1.95 latus, parte cephalicâ 1.05 latâ, a fronte posteriora versus paullulo angustatâ, areâ oculorum 0.67 latâ. *Oculi* in exemplo nostro unico paullo asymmetrici, series posterior in altero latere parum, in altero leviter procurva, eius oculi subaequales et spatiis subaequalibus, ca.  $\frac{3}{4}$  diametri aequantibus remoti; series anterior procurva, marginibus superioribus oculorum lineam paullulo procurvam designantibus, oculi medii posticiis mediis et lateralibus anticis non parum minores (eorum diameter ca. 0.10, posticorum mediorum ca. 0.14, anticorum lateralium 0.13 et 0.16 mm longa), inter se ca.  $\frac{1}{3}$  diametri et duplo longius quam a lateralibus remoti, laterales antici a posticiis aequae atque antici medii inter se aut ab anticis lateralibus distantes (asymmetrici in exemplo nostro, ut dictum est); area oculorum mediorum pone 0.36, ante 0.24 lata, 0.34 longa; clypeus paullo proiectus, sub oculis lateralibus altitudine eorum diametrum maiorem fere aequat, sub mediis eorum diametro duplo altior. *Mandibulae* sub clypeo modice convexae, 1.2 longae. *Palporum* pars patellaris 0.23, tibialis 0.68, tarsalis 1.07 longa. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

<i>pedum</i>	I.	2.78,	0.94,	2.55,	2.58,	1.58,
"	II.	2.47,	0.90,	2.05,	2.25.	1.28,
"	III.	2.32,	0.82,	1.80,	2.14.	1.08,
"	IV.	3.0,	0.98,	2.62,	3.08,	? mm longa.

*Abdomen* 3.35 longum, 2.3 latum. *Mamillarum* supremarum articulus basalis 0.55, apicalis 0.30, mamillae infimae 0.37 longae. *Epigyne* tuber format 0.6 latum, 0.4 longum, 0.2 altum, ab imo visum latere antico insigniter, postico modice curvato et in medio late truncato, a latere visum a margine antico posteriora versus modice adscendens, apice rotundato-truncatum, pone ad perpendicularum directum. Imprimis insignis est epigyne dentibus duobus corneis, elongato triangularibus, retro et intus directis, ca. 0.1 longis, inter se ca. 0.22 mm remotis, quibus fere in mediâ altitudine lateris postici ornatur; pars epigynae inter et ante hos dentes sita, sulco mediocriter expresso circumscripta, rotundato-triangularis, ante late leviter sinuata, ca. 0.25 lata, 0.15 longa, prope a latere postico foveâ ornatur subsemicirculari, ca. 0.08 latâ, 0.05 longâ, sat profundâ.

Color corporis humefacti: *Cephalothorax* cum mandibulis, palpis



pedibusque pallide fulvo-flavidus, inter oculos infuscatus, marginibus lateralibus et cingulis oculorum nigris, lineâ mediâ ornatus parum expressâ, pallide umbrinâ, sulcum medium cum oculis mediis posticis coniungenti, versus oculos hos in triangulum longum dilatatâ; pars cephalica in lateribus obsolete, prope impressiones cephalicas evidentius umbrino reticulata; praeterea cephalothorax maculis ornatur pallide fuligineis, modice (postremis parum) expressis, utrimque 5; maculae primi paris in occipite sitae, oblongae, anteriora versus paullo divaricantes, multo inter se propiores quam maculae insequentes; maculae reliquae, plus minusve cuneatae, postremae parvae, radiantes, in series modice incurvatas dispositae. *Mandibulae* in dimidio superiore, magis intus, obsolete et inaequaliter colore umbrino tinctae. *Sternum* flavidum modice late fuligineo marginatum et vittis ornatum pallidius fuligineis duabus longitudinalibus, utrimque abbreviatis, cum marginibus radiis ternis coniunctis. *Palpi* parte tarsali colore ferrugineo suffusâ; eorum pars femoralis et patellaris annulo apicali umbrino valde obsoleto et incompleto, pars tibialis annulo apicali fuligineo interrupto ornata. *Pedes* umbrino annulati, annuli in femoribus quaterni, singuli in patellis parum expressi, in tibiis terni, annulus apicalis plus minusve (in pedibus posterioribus evidentius) in duos divisus; metatarsorum annuli terni; annuli in pedibus posterioribus melius quam in anterioribus expressi, in femoribus subter melius quam supra, aut supra solum evoluti. *Abdomen* pallide umbrino-cinereum, umbrino maculatum: dorsum serie duplici macularum ca. 7 ornatum, maculae trium parium anteriorum, gradatim maiores, vittâ mediâ coniunctae inaequali, mediocriter expressâ, in medio pallidior quam in lateribus; maculae paris 4-ti, 5-ti. (6-ti) ramulos emittunt anteriora versus et intus directos, qui in lineâ medianâ dorsi lineolis brevibus transversis per paria coniunguntur; pars picturae dorsi postica similis, magis confusa. Latera dorsi et latera abdominis maculis umbrinis contaminata, plus minusve conflatis in fascias obliquas, in dorso anteriora versus et foras, in lateribus deorsum et retro directas. Venter colore dorso similis, vittâ mediâ et utrimque vittâ laterali, umbrinis, inaequalibus, incompletis. pictus et inter has vittas maculis minoribus adpersus. *Mamillae* infimae pallidius et obscurius umbrinae, supremarum articulus basalis fuligineus basi pallidus, apicalis pallide flavidus.

*M*as ignotus.

Cyprus.

**Lycosa atomaria** C. L. Koch?

Tab. II, fig. 23.

? 1847. *Lycosa* (*Leimonia*) *atomaria* C. L. Koch, Die Arachniden. v. 15, p. 31, t. 512, f. 1437.

*Lycosae* in Cypro lectae, quae *L. atomariae* subiungenda videtur, cephalothorax 3.3 mm longus est, 2.45 latus, pedum IV tibia cum patellâ 4.0 et aequae ac metatarsus longa, tibia I subter aculeis, praeter apicales, 2. 2. 2 ornata. Epigyne cornea, ca. 0.55 lata, 0.45 longa, fere pentagona, latere postico modice rotundato, magnam partem subplana, foveâ ornata ca. 0.32 longâ, in parte anteriore 0.095 latâ, lanceolatâ, apice breviter acuminatâ, circiter in  $\frac{2}{3}$  longitudinis lateribus primo foras, tum paullulo anteriora versus, denique retro curvatis subito usque ad 0.31 dilatatâ, pone apertâ; fovea lamellâ repletur corneâ, 1-formi, cuius pars in longitudinem directa, anteriora versus leviter angustata, ante angustior est quam fovea, paullo humilior quam eius margines, cum eius margine antico non coniuncta; pars postica (transversa) latior, apices versus, qui acuti sunt, angustata, aequae elevata atque foveae margines: in fronte apicis utriusque partis huius tuberculum conspicitur (non facile quidem) parvum, humilius.

**Tarentula brevispina** n sp.

Tab. II, fig. 24.

## Femina.

*Cephalothorax* 4.6 mm longus, 3.45 latus, parte cephalicâ 2.4, areâ oculorum 1.2 latâ, dorso in longitudinem leviter convexo. *Oculorum* series antica paullulo procurva, marginibus inferioribus lineam paene rectam (vix procurvam) designantibus, aequae circiter longa atque series 2-a. oculi medii lateralibus maiores (diametri corneae ca. 0.15 et 0.13 longae), inter se circiter diametro, a lateralibus circiter radio, a margine clypei diametro, ab oculis seriei 2-ae ca.  $\frac{3}{4}$  diametri remoti; oculorum seriei 2-ae diameter duplo maior quam anticorum mediorum, intervallum  $\frac{3}{4}$  diametri aequale, spatium, quo ab oculis posticis, paullo minoribus, distant, diametro paullulo maius; area oculorum posteriorum aequae circiter longa atque ante lata, pone evidenter plus quam diametro oculi latior quam ante. Desuper adspecti oculi seriei 2-ae ab angulis clypei sescuplâ diametro distare videntur. *Mandibulae* 2.2 longae, simul sumptae 2.1 latae, armatae in sulci unguicularis margine postico dentibus 4, 1.0 et 4.0 quam

2-us et 3-us insigniter minore, aut tribus tantum (deest tum dens apici proximus). *Labium* aequè longum ac latum. *Pedum* femora supra aculeis 1. 1 longis setiformibus et ad apicem aculeo 1 parvo, praeterea I et II ante prope apicem 1, III in latere antico 1 setiformi et ut IV ad apicem utrimque 1, patellae II in latere antico, III et IV in latere utroque 1, tibiae I subter 2 inter basim et medium et 2 in apice, brevibus, in latere antico 1 in dimidio apicali aut etiam 1 parvo in dimidio basali, tibiae II subter 1 versus medium ad latus posticum, 2 in apice, in latere antico 1. 1, tibia III supra 1, in latere utroque 1. 1, subter ante 1. 1 et in apice 2, IV armaturâ simili, sed subter etiam pone prope medium aculeo 1, metatarsi I subter in dimidio basali 2. 2 brevibus, in apice 1, in utroque latere ad apicem 1, metatarsi II armaturâ simili, sed in latere antico ad apicem aculeis 2 et plerumque in eodem medium versus 1, III et IV — praeter aculeos apicales — subter aculeis 2. 2. et in utroque latere supra 1. 1 ornati; pedum anteriorum metatarsi et tarsi scopulati. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus

pedum	I.	3.15,	1.65,	2.17,	2.25,	1.42,
"	II	2.85,	1.57,	1.84,	2.17,	1.35,
"	III.	2.85,	1.50,	1.57,	2.55,	1.42,
"	IV.	3.75,	1.72,	2.62,	3.82,	1.87 mm longa.

*Abdomen* 4.5 longum, 3.0 latum. *Epigyne* 0.7 lata, 0.5 longa, similis atque in *Tarentulâ cinereâ* (Fabr.) et *T. varianâ* (C. L. Koch), sed distincta; margo fovearum anticus exterior prope medium in angulum fractus est manifestum. neque sinuatus tantum; ab angulo costa cornea anteriora versus intus directa descendit in fundum foveae, in quo evanescit; costâ hac fovea imperfecte dividitur in partes duas, posteriorem anteriore maiorem. — In *T. varianâ* et *T. cinereâ* foveae modo in parte exteriori (posticâ) profundius impressae sunt, ceterum fundo aequali.

Color bestiolae in liquorem immersae: *Cephalothorax* flavido-umbrinus, margine modo nigro, modo concolore, picturâ valde indistinctâ, maculis paullo pallidioribus his ornatus: in occipite maculâ magnâ, V-formi marginibus inaequalibus, supra impressiones cephalicas paullulo pone sinus cephalicos maculâ parvâ, in parte thoracica maculis ternis rotundatis parvis, supra coxas II, III, IV sitis, a margine paullo remotis; pars media declivitatis posticae, subtriangularis, etiam flavida; obscurius umbrinae sunt in parte thoracicâ lineae radiantes, utrimque tres, supra subterque abbreviatae. *Man-*



*dibulae* rufo-umbrinae, cephalothorace obscuriores. *Sternum* flavido-umbrinum, pedum coxis paullo obscurius, in parte anteriore vittâ longitudinali, non latâ, flavidâ, obsoletâ pictum. *Maxillae* sterno non multo, *labium* insigniter obscurius, nigro-fuligineum. *Palpi* et *pedes* pallide fulvi, apicem versus plus minusve obscuriores, umbrino obsolete aut valde obsolete annulati: palporum pars tibialis aut etiam patellaris basi annulata; pedum femora annulis quaternis, supra melius quam subter, aut supra solum evolutis, patellae singulis, tibiae binis: basi et ante apicem, metatarsi ternis picti. *Abdomen* subter obscure isabellinum, maculis aliquot umbrinis in ventre plus minusve evidenter in vittas quatuor ante et pone insigniter abbreviatis conflatis, latera abdominis colore simili, abundius umbrino maculata aut hoc colore dominantia; dorsum obscure cinereo-umbrinum, ante maculâ pictum isabellinâ, e vittâ lanceolatâ, quali *Tarentulae* saepe ornantur, compositâ et e maculis ad eam sitis, aequae circiter atque ea latis, modo cum eâ in maculam triangularem confusis, modo brevibus, ab eâ modo lineis umbrinis, modo maculâ parvâ umbrinâ ex parte distinctis; supra mamillas dorsum vittis flavidis latiusculis oblongis pictum est. utrimque unâ, paullo pone medium dorsum vero utrimque vestigio maculae pallidae modice magnae; ad maculam pallidam anticam utrimque macula conspicitur fuliginea, parva, paullo ante  $\frac{1}{4}$  dorsi sita, paullulo ante medium dorsum autem pars macularum fuliginearum. maiorum et latius inter se distantium; dimidium posterius dorsi fasciis ornatur ca. 5 aut 6 fuligineis angustis, quarum anteriores geminatae et angulatae sunt, antica inter vestigia macularum pallidarum supra dicta sita, secunda et tertia utrimque maculâ fuligineâ finiuntur. Tota haec pictura in exemplis adultis, maculâ pallidâ anticâ exceptâ, valde indistincta, in exemplo iuniore, quod huic speciei subiungendum videtur similis atque in *Tarentula stigmosa* (Thor.).

*Cephalothorax* dense pilosus, pilis isabellinis, margines versus albidis, desiccatus picturam nullam evidentiore praebet; *mandibulae* non dense et supra non evidenter densius quam infra albedo et isabellino pilosae; pedum, in partibus pallidis albedo pilosorum, annuli obscuri melius expressi quam in araneâ humefactâ. Dorsum *abdominis* in universum pallidius aut obscurius cinereo-fulvum, albedo plus minusve variegatum, praesertim in lateribus, fuligineo ut supra describitur maculatum, maculis ex parte evidentioribus, quoniam intervalla earum pube replentur albidâ, in dorsi dimidio

posteriore in series duas macularum albidarum conflata; fasciae obscurae in dimidio dorsi posteriore vix indicatae, sed pone plus minusve, anguste albo marginatae; macula antica dorsualis modo non differt colore a reliquo dorso, modo pars eius media isabellina est, partes laterales albae; ad maculam hanc utrimque dorsum in parte anticâ brevi plus minusve fuligineum.

Mas ignotus.

Cyprus.

Fortasse femina *Tarentulae sororis* (E. Sim.)<sup>1)</sup> est haec aranea.

### **Tarentula Simonii Thor.?**

Tab. II, fig. 22, 25, 26.

? 1872. *Tarentula Simonis* Thorell, Remarks on Synonyms of European Spiders, p. 325, 578.

? 1876. *Lycosa Simonii* E. Simon, Les Arachnides de France, v. 3, p. 267, t. 12, f. 5.

*Tarentulae Simonii*, ad hoc tempus in Europâ occidentali modo inventae (in Galliâ meridionali, Italiâ septentrionali, Hispaniâ, Lusitaniâ), subiungenda videtur aranea in Cypro, ni fallor, non rara, quamquam descriptio oculorum a Cel. E. Simonio l. c. prolata non bene in eam quadrat: Oculi antichi medii lateralibus evidenter maiores sunt in eâ (diametro  $\frac{1}{4}$  saltem maiore), inter se  $\frac{2}{3}$  (♀) aut  $\frac{3}{4}$  (♂) diametri, a lateralibus paullulo minus quam radio, ab oculis seriei 2-ae  $\frac{4}{5}$  diametri distant, oculorum seriei 2-ae intervallum  $\frac{4}{5}$  (♀) aut  $\frac{3}{4}$  (♂) diametri aequale; oculi postici diametro  $\frac{5}{6}$  oculorum seriei 2-ae aequant, ab eis eorum diametro distant. Moduli hi omnes corneas oculorum spectant et differentiae inter eos et descriptionem in Les Arachnides de France prolatam fortasse ex eo solum pendent, quod Cel. E. Simon pupillas oculorum et oculos laterales una cum tuberculo, cuius parti inferiori innati sunt hi oculi, dimensus est(?). — Lamella characteristica stemmatis a latere visa apice truncata, angulo antico paullo producto describitur l. c., quum in exemplis e Cypro angulus posticus magis promineat; sed lamella haec a latere et plus minusve desuper adspecta ambitu variat et a Thorellio, cui exempla Gallica communicavit Cel. E. Simon, angulus anticus rectus, posticus acutus describitur.

<sup>1)</sup> *Lycosa soror* E. Simon, Arachnidae transcaspicae ab ill. Dr. G. Radde Dr. A. Walter et A. Conchin inventae (Verh. Ges. Wien, 1889) p. 337.

Color exemplorum nostrorum minus laetus videtur quam Galliarum. Vittae marginales cephalothoracis, in araneâ humefactâ distinctae, in desiccâtâ plus minusve evanescent plerumque, quoniam partes cephalothoracis supra eas sitae pubis colore ab eis parum aut non differunt. Abdomen humefactum picturâ simili atque in *T. accentuatâ*, *fabrili* cet. ornatur; desiccati vitta antica media fuligineo- aut umbrino-cinereâ non multo obscurior quam fundus dorsi, qui cinereus aut isabellinus est. — Pedes feminae humefacti pallidius aut obscurius fulvi annulis fuliginosis aut castaneis ornati, non parum variantibus, plus minusve expressis, plerisque insigniter inaequalibus et interruptis, quaternis in femoribus, singulis in patellis, binis in tibiis, basali et subapicali, ternis parum perspicuis in metatarsis; annulus 1-us et 2-us femorum anteriorum in latere postico plus minusve vittâ longitudinali coniuncti. In feminis desiccatis annuli femorales bene, reliqui mediocriter aut parum expressi. In mare humefacto pedum color similis atque in feminâ, sed annuli tibiales obsoleti aut, ut metatarsales, deleti.

Mares in Cypro lecti ex parte insigniter maiores sunt quam exempla a Cel. E. Simonio descripta; eorum cephalothorax 4.1 mm longus, 2.9 latus, mandibulae 1.7 longae, palporum pars patellaris 0.78 longa, 0.45 lata, tibialis 0.68 longa, 0.48 lata, lamina tarsalis 1.4 longa, 0.68 lata, rostro 0.57 longo. Internodia

pedum	I	2.8,	1.42,	2.25,	2.28,	1.54,
"	II	2.8,	1.42,	2.10,	2.28,	1.46.
"	III	2.7,	1.27,	1.87,	2.55,	1.35.
"	IV	3.5,	1.42,	2.70,	3.78,	1.68 mm longa.

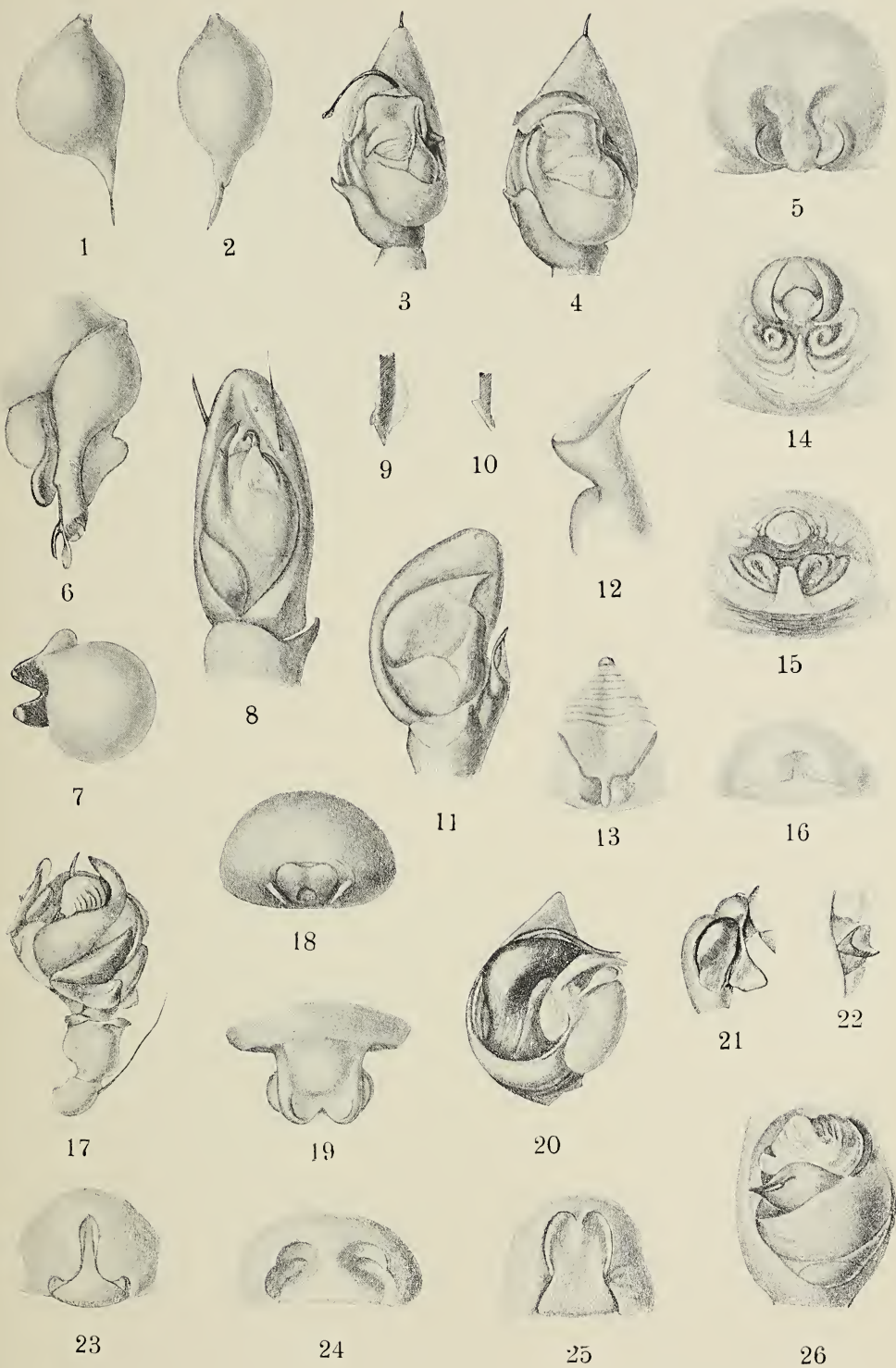
Abdomen 4 longum, 2.5 latum. — Occurrunt tamen exempla minora: cephalothorace 3.4 longo, 2.3 lato, pedum IV patellâ 1.2, tibiâ 2.25, metatarso 3.3 longo.

Feminae minus fortasse variant staturâ; exempli, quod dimensus sum, cephalothorax 3.8 longus, 2.6 latus, mandibulae 1.8 longae, internodia

pedum	I	2.5,	1.31,	1.84,	1.87,	1.31,
"	II	2.4,	1.27,	1.68,	1.84,	1.27,
"	III	2.25,	1.16,	1.50,	2.10,	1.12,
"	IV	3.05,	1.31,	2.10,	3.15,	1.50 mm longa.

Lamella characteristic stemmatis rhombica fere, lateribus exterioribus paullo sinuatis, 0.40 lata, 0.20 longa, carinâ altâ ornata, non procul ab angulo antico (pone eum) initium capienti, foras et







paullo retro directâ, usque ad angulum externum pertinenti; a fronte visa carina haec triangularis est, plus duplo latior basi quam alta. latere interiore insigniter concavo, deorsum et foras directo, latere exteriori paene recto; a latere exteriori visa carina cum parte lamellae ante eam sitâ processum format corneum nigrum brevem, basi angustum, apicem versus insigniter dilatatum, apice late rotundato exciso, angulo postico paullo longiore et magis acuto quam anticus.

### Explicatio tabulae.

1. *Harpactes Cecconi* n. sp., stemma sinistrum a fronte visum (× 36).
2. Idem stemma a latere exteriori visum (× 36).
3. *Zodarium Thonii* Nosek var. *cypria* n., palpi dextri maris pars tarsalis cum tibiali ab imo visa (× 36).
4. *Zodarium granulatum* n. sp., palpi dextri maris pars tarsalis cum tibiali ab imo visa (× 66).
5. *Drassodes morosus* (O. Cambr.)?, epigyne (× 36).
6. *Hoplopholcus Cecconi* n. sp., pars tarsalis palpi dextri maris a latere exteriori visa (× 29).
7. Eiusdem speciei stemma dextrum a latere interiore visum (× 29).
8. *Gnaphosa Barroisii* E. Sim.?, pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa (× 36).
9. *Zodarium Thonii* Nosek var. *cypria* n., apex emboli dextri ab imo visus.
10. *Zodarium granulatum* n. sp., apex emboli dextri ab imo visus.
11. *Laches Blackwallii* (O. Cambr.), pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa (× 16).
12. Eiusdem speciei processus tibialis sinister (× 16).
13. *Mesiotelus cyprius* n. sp., epigyne (× 36).
14. *Xysticus Tristramii* (O. Cambr.)?, epigyne (× 36).
15. *Oxyptila rigida* (O. Cambr.)?, epigyne (× 36).
16. *Zodarium reticulatum* n. sp., epigyne (× 36).
17. *Lepthyphantes congener* (O. Cambr.)?, palpi sinistri maris partes patellaris, tibialis, tarsalis a latere exteriori visae (× 36).
18. *Tegenaria dentifera* n. sp., epigyne (× 36).
19. *Lepthyphantes albuloides* (O. Cambr.)?, pars apicalis epigynae ab imo visa (× 52).
20. *Cedicus flavipes* E. Sim., pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa (× 20).
21. Eiusdem speciei partes patellaris et tibialis palpi dextri maris a latere exteriori visae (× 20).
22. *Tarentula Simonii* Thor.?, lamella characteristic palpi dextri maris a latere exteriori visa (× 36).



23. *Lycosa atomaria* C. L. Koch, epigyne ( $\times 36$ ).
  24. *Tarentula brevispina* n. sp., epigyne ( $\times 36$ ).
  25. *Tarentula Simonii* Thor.?, epigyne ( $\times 36$ ).
  26. Eiusdem speciei stemma dextrum ab imo visum ( $\times 36$ ).
- 

7. *Badania nad zrębem (neuroglia) systemu nerwowego Pijawek. — Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems bei den Hirndineen.* Mémoire de M. **ANT. WŁ. JAKUBSKI** présenté, dans la séance du 2. Décembre 1907, par M. J. Nusbaum m. c.

Im Zentralnervensystem der Egelwürmer sind schon seit langem (1849 von Leydig, später von Bruch, Faivre, Hermann) große, multipolare Zellen bekannt, denen eine gangliöse Natur zugeschrieben wurde. Im letzten Dezennium aber, seit dem Erscheinen der Rohde'schen und besonders seit der erschöpfenden Arbeit von Apáthy (1897), wurden sie Gegenstand eifriger Untersuchungen von Holmgren, Held, Livanow, Retzius, Simon, Thiry u. A. Es fand aber hinsichtlich der Natur der fraglichen Zellen keine Einigung statt; denn, während Apáthy, auf hypothetische Erwägungen gestützt, dieselben für Nervenzellen hielt, die im Laufe der Ontogenie vollständig oder teilweise die Fähigkeit verloren haben, leitende Primitivfibrillen zu bilden, um später resp. gleichzeitig Gliafibrillen zu produzieren, wurden die medianen Zellen von anderen Forschern, wie Holmgren, als große Assoziationszentren, also als Nervenzellen höherer Ordnung gedeutet, andere dagegen, wie Seiten- und Packetelemente, für echte Gliazellen erklärt.

Angesichts der großen Meinungsverschiedenheiten bezüglich der Deutung dieser Verhältnisse erschien mir das Studium des Gliagewebes bei den Hirudineen als eine besonders dankenswerte Aufgabe, und es war mir vergönnt, mich bei dieser Arbeit der Leitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. J. Nusbaum zu erfreuen. Als Untersuchungsmaterial wurden einige einheimische Hirudineenarten verwendet und zwar: *Hirudo medicinalis*, *Aulostomum gulo*, *Nephele vulgaris*, *Clepsine sexoculata* und mehrere Exemplare des marinen Egels: *Pontobdella muricata*. Auf diese Weise war ich imstande die vergleichend-histologischen Verhältnisse besser zu verstehen und sie theoretisch zu erklären. Als beste Fixierungsmittel erwiesen

sich: Carnoy's Gemisch, Sublimat + Eisessig, absoluter Alkohol. Nicht dicke Schnitte (bis zu 4  $\mu$ ) wurden mit Heidenhain's Eisen-hämatoxylin gefärbt und mit Orange-Fuchsin oder van Gieson'scher Lösung nachgefärbt. Außerdem gab mir Hämatein I A, zur Schnittfärbung gebraucht, befriedigende Resultate. Die Benda'sche Methode, die bisher nur bei den Vertebraten als Gliafärbung mit Vorteil angewendet wurde, erwies sich als Färbemittel des Hirudineengliagewebes als vortrefflich.

Was das Verhalten des Gliagewebes bei Hirudineen betrifft, sei folgendes bemerkt: Zahl, Größe, Lage und Gestalt der Gliazellen in normalen, viernervigen Ganglien und den sie verbindenden Konnektiven der mittleren Körpersomiten sind im Bereich der einzelnen Hirudineen-Arten konstant. Es muß mit Nachdruck betont werden, daß auch die Zahl der Gliazellen bei allen von mir untersuchten Objekten dieselbe blieb: sie betrug nämlich in jedem Somite zehn. Die Ansicht Apáthy's, daß bei den Clepsiniden statt eines, wie sonst, zwei Konnektivkerne in jedem Konnektiv sich finden sollen, die „meist ungefähr so weit voneinander, wie vom betreffenden näheren Ganglion entfernt“ wären, muß als unrichtig widerlegt werden. Vielleicht zeigen nur Clepsine heterodita und bioculata, die von Apáthy bearbeitet wurden, diese Eigentümlichkeit, sie bezieht sich aber keineswegs auf die übrigen Clepsiniden.

Anders jedoch verhält es sich mit der Lage. Während wir bei Konnektiv-, Packet-, und medianen Sternzellen in der ganzen Hirudineen-Familie streng die gleiche Lage finden, wechselt die der Leydig'schen Seitenzellen nach den Sippen. Wie es schon aus den Arbeiten Hermann's und Rohde's hervorgeht, werden die Leydig'schen Zellen bei *Hirudo* und *Aulostomum* von der gemeinsamen Neurilemmkapsel des Ganglions eingehüllt; bei *Nephelis* liegen sie entweder direkt der Neurilemmhülle an, oder sind nur wenig von derselben entfernt, bei *Rhynchobdelliden* erscheinen sie noch weiter gegen die Peripherie verschoben. Sie sind hier den Seitennerven in einer Entfernung vom Ganglion, die etwa seinem transversalen Durchmesser gleicht, aufgelagert.

Das Grundlement des Gliagewebes bilden die Gliafibrillen, die sich einerseits bündelweise zu Einheiten höherer Ordnung mit allen Übergängen bis zu recht groben Fasern zusammenlegen, andererseits scheinen sie aus hypothetischen Elementarfibrillen zu bestehen. Dies erscheint mir als logische Konsequenz des Umstandes, daß

die Fibrillen auf der Peripherie pinselartig ausstrahlen und alle Übergänge von recht feinen Fäden bis zu kaum sichtbaren darstellen. Die Ansicht Apáthy's, daß die Gliazellen in ihrem Jugendstadium leitende Fibrillen zu bilden imstande wären, muß ich unberücksichtigt lassen; die Antwort auf diese Frage bleibt uns noch die Histogenese schuldig.

Endlich soll hinzugefügt werden, daß die Ausbildung der Gliasubstanz bei den Hirudineen in gewissem Grade von der Größe der Art und von ihrer Lebensweise abhängig ist. Denn kleine und träge Clepsiniden bedürfen keines starken Stützgewebes des Nervensystems, weil sie genug durch ihre plattgedrückte, derbe Gestalt und sitzende Lebensweise vor schädigenden äußeren Einflüssen geschützt sind. Arten jedoch, die groß sind und ein bewegliches Leben führen, sind als Schutz gegen die schnellen und starken Kontraktionen des Muskelsystems mit einem reichen Gliagewebe ausgestattet.

Mediane Sternzellen besitzen, wie schon hervorgehoben wurde, bei jeder Hirudineenart eine bestimmte Gestalt: bei Clepsine sind sie konisch geformt, bei *Hirudo* und *Aulostomum* regelmäßig polygonal, bei *Pontobdella* fast kugelförmig. Ihr reicher protoplasmatischer Hof wird, wie allgemein bekannt, von dichtem Glianetz durchwoben, dessen Fibrillen peripheriewärts konisch zusammenlaufen und in den Fortsätzen, bestimmt an Zahl, die Zelle verlassen. Im Neuropilem bilden sie keine Scheiden um die Nervenfibrillen, sondern ziehen nur lose sich reichlich spitzwinkelartig verästelnd gegen das Neurilemm hin; hier heften sie sich teils dem Neurilemm dicht an, teils biegen sie um, um dadurch ein oberflächliches Glianetz zu bilden (ähnlich der *Subpia* bei den Vertebraten), teils durchsetzen sie die innere Neurilemmkapsel und breiten sich als feines Netz an der Peripherie der Ganglienzellen aus (Holmgren, Held). Das letzte gilt aber hauptsächlich für die *Gnathobdelliden*, denn bei Clepsine und *Pontobdella* kommen solche Verhältnisse selten vor. Bei der letzten Gattung habe ich niemals Glianetze um die Ganglienzellenkörper herum wahrgenommen; sie breiten sich nur an der Oberfläche ihrer Fortsätze aus, erreichen aber nie den eigentlichen Zellenkörper.

Andere Gliafibrillen der Zentralmasse ziehen sich gegen die Konnektive und die peripheren Nerven hin, wo sie mit autochthonen Gebilden in Verbindung treten. Bei *Hirudo* und *Aulostomum*, bei welchen, wie längst bekannt, die Kommissurenstränge und Sei-



tennerven bei ihrer Eintrittsstelle ins Ganglion durch die Neurilemmscheidewände in mehrere Faserbündel getrennt werden, ist diese gliöse Verbindung schwach entwickelt. Bei *Pontobdella* aber tritt sie äußerst scharf hervor, da hier das Eindringen von Neurilemm ins Innere der Konnektive und der Seitennerven gänzlich unterbleibt.

Die Glia substanz der Seitennerven wird von den Leydig'schen Seitzellen geliefert. Die von *Hirudo* und *Aulostomum* besitzen eine typisch bipolare Gestalt (*Holmgren*; nach *Apáthy* soll sie tripolar sein); als solche sollen auch diejenigen von *Clepsine* gehalten werden. Bei *Nephelis* aber wird diese Charakteristik schon verwischt, indem die Zelle mit breiten, bandförmigen Fortsätzen beide Nerven mantelförmig umschließt, wobei aus diesen Fortsätzen eine große Anzahl von Fibrillen ins Nerveninnere hineindringt. Ganz eigentümliche Befunde weist *Pontobdella* auf; der kugelförmige oder schwach ellipsoidische Körper der betreffenden Zelle liegt nicht wie sonst zwischen den Nerven in gemeinsamer Ebene, sondern er lagert ihnen von oben auf. Scharf abgesetzte, walzenförmige Fortsätze, die der Zahl der Nerven und ihrer Anastomosen entsprechen und stärker oder schwächer ausgebildet sind, verlassen die Zelle und dringen, indem sie im Durchmesser gleich bleiben, in die Nervenstämmen ein. Das Glia netz ist im Innern der Leydig'schen Zellen reichlich entwickelt; bei *Hirudo*, und hier stimmen meine Beobachtungen mit denjenigen *Holmgren's* überein, zeigt es eine konzentrische Anordnung; bei *Nephelis* sehen wir es unregelmäßig ausgebildet. Die komplizierte Struktur, die bei *Pontobdella* auftritt, hat ihren Grund in der auffallenden Gruppierung des Glia netzes in einzelne Schichten; sie sind zwar konzentrisch angeordnet, dringen jedoch hie und da ineinander buckelförmig ein. Von diesem Gerüst gehen Fibrillengeflechte aus, gelangen ins Innere der Nervenstämmen und umspinnen hier mit starken Hüllen einzelne Nervenfasern oder deren Bündel.

Die Länge der Konnektivzellen ist im Verhältnisse zum Konnektiv wechselnd: bei *Nephelis* beträgt sie etwa ein Viertel, bei *Hirudo* und *Pontobdella* bis drei Viertel der Konnektivlänge. Die Gliasepten, deren charakteristischer Bau von *Held* richtig beurteilt wurde, sind am schwächsten bei *Clepsine*, am prägnantesten bei *Pontobdella* entwickelt. Ich teile sie in Hauptsepten oder Septen erster Ordnung, die vom protoplasmatischen Hof ausgehend bis an

die Peripherie reichen und in die Nebensepten zweiter und dritter Ordnung, die an die Septen erster resp. zweiter Ordnung stossen und ebenfalls am Neurilemm inserieren. So stehen alle diese Septen miteinander in Verbindung. Ihre Länge ist nicht gleich. Der größte Teil der Septen zieht sich durch die ganze Länge der Kommissur hin; manche Septen verlieren aber in ihrem longitudinalen Verlauf ihre gegenseitige Kontinuität, um an beliebiger Stelle der Kommissur blind zu enden. Solche Bilder treten besonders scharf bei den Gnathobdelliden auf. Gliöse Scheiden um die Nervenfasern sind von Apáthy richtig geschildert worden.

Dem Faivre'schen Mediannerv wird die Glia substanz auf zweierlei Weise zugeführt und zwar sowohl unmittelbar aus den Ganglien, als auch aus den Konnektiven. Wie es schon Hermann und Livanow bekannt war, anastomosieren „bisweilen“ die Konnektive mit dem Faivre'schen Nerven untereinander. Es ist mir gelungen, diese Verhältnisse etwas näher kennen zu lernen. Bei den Gnathobdelliden verschmilzt der Faivre'sche Nerv mit einem der Konnektive regelmäßig in seiner Mitte, d. h. etwa auf der Höhe des Konnektivkernes auf einer Länge bis zu  $150\ \mu$  so vollständig, daß auf dem entsprechenden Querschnitte die Definition dieser Stelle fast unmöglich erscheint. Bei Rhynchobdelliden findet diese Verschmelzung in Form eines engen (bis  $5\ \mu$ ) Verbindungsstückes statt. Durch diese Stelle tritt ein mächtig entwickeltes Gliafaserbündel ins Innere des Faivre'schen Nerven ein und verläuft am Grunde als dreikantiger Balken kopf- und kaudalwärts, unterwegs zahlreiche Äste abgebend.

Es erübrigt noch die Besprechung der Packetzellen. Bei Hirudo bilden sie nur einige Gliafasern, die im reichen plasmatischen Mantel eingebettet sind (Holmgren). An der Peripherie unterliegt ihr Plasmakörper einer feinfibrillärnetzigen Transformation, die von Holmgren als Füll- (Zwischen-)netz bezeichnet wird. Von ihr werden alle Lücken im Packet zwischen den Ganglienzellen ausgefüllt. Ähnliche Bilder bieten uns auch Aulostomum und Nepheleis dar; diese letzte Gattung hat jedoch noch mehr das Plasma auf Kosten des Füllnetzes eingebüßt. Die Gliafasern werden daher in entsprechender Weise vermehrt gefunden. Sie gesellen sich den aus der Zentralsubstanz eingewanderten Gliafibrillen und tragen zur Bildung der gliösen Mantelschicht der Ganglienzellenkörper bei. Die von Apáthy gemachte Beobachtung, daß die Gliamasse in eine

äußere und eine innere Zone zerfalle, kann ich übereinstimmend mit Holmgren nicht bestätigen. Bei *Pontobdella* müssen diese Zellen für atrophisch, die ihre Lebenstätigkeit schon beendet haben, gehalten werden. Ihr Kern ist degenerierend und stellt nur eine leere Blase dar, der Plasmakörper ist rückgebildet. Gliafibrillen werden gar nicht produziert, desto reicher aber entwickelt sich das Füllnetz, das hier eine eigentümliche Struktur aufweist.

Aus dem zoologischen Institut der Universität in Lemberg.

---

8. *O centralnych zakończeniach nerwu wzrokowego. — Über zentrale Endigungen des Nervus opticus.* Mémoire de M. **A. BOCHENEK** présenté par M. K. Kostanecki m. t.

Trotz einer ganzen Reihe sowohl fasernatomischer, als auch experimenteller Degenerations-Untersuchungen über die zentralen Endigungen des Opticus der Säugetiere (Michel, Tartufferi, Belonci, Darkschewitsch, Bechterew, van Gehuchten, Pawlow, Henschen, Kölliker, Singer u. Münzer u. a.) bedürfen noch manche Punkte in dieser wichtigen Frage der Neurologie weiterer Aufklärung. Es kann als sicher erwiesene Tatsache betrachtet werden, daß bei den niederen Säugetieren, die auf das Sehen mit den „primären Endstätten“ allein oder fast allein angewiesen sind, der Opticus vorwiegend mit dem vorderen Vierhügel in Verbindung steht; daß dagegen bei den höheren Säugetieren, bei denen sich das „Rindensehen“ entwickelt, die Vierhügelendigung sich relativ verringert und die Endigungen im *Pulvinar thalami optici* und im *Corpus geniculatum laterale* in den Vordergrund treten.

Von den zentralen Endigungsstätten des Opticus bei den Reptilien und Vögeln wissen wir, daß neben der Hauptendigungsstätte, den *Lobi optici*, immer noch zwei andere Endstätten zu finden sind: 1) das *Ganglion ectomamillare* Edingers, ein Ganglion, das kaudal und lateral von dem Infundibulum liegt: 2) das *Ganglion isthmi*, das von den Fischen bis zu den Vögeln zwischen der Schleifenschicht und dem Bindearm dicht kaudal von dem hinteren Vierhügel sich befindet.

Die zum Ganglion ectomamillare ziehenden Opticusfasern wer-



den als basale Opticusbahn, die zum Ganglion isthmi ziehenden, als tractus optici ad ganglion isthmi bezeichnet.

Von diesen Bahnen ist bei Säugetieren nur das Homologon der ersteren gefunden worden, eine der zweiten homologe Bahn ist bisher unbekannt.

Marburg versuchte an einer Reihe von Serien der Gehirne verschiedener Säugetiere nachzuweisen, daß der *Tractus peduncularis transversus* dem basalen Opticus-Bündel niederer Vertebraten homolog sei. Der *Tractus peduncularis* wurde durch die experimentellen Untersuchungen von Gudden zum ersten Male mit dem Opticus in Verbindung gebracht. Die nachherigen Untersuchungen von Singer u. Münzer, Perlia, Berl, Wallenberg, Pavlov u. van Gehuchten haben nachgewiesen, daß diese Bahn zum größten Teil mit den Retina-Zellen in Zusammenhang steht, da sie nach der Extirpation des Auges stets degeneriert gefunden wird. Das von vielen Autoren beschriebene Endganglion des *Tractus peduncularis transversus* entspricht nach der Meinung Marburgs dem Ganglion ectomamillare niederer Wirbeltiere. Dieser Annahme Marburgs schließt sich Wallenberg an, Edinger findet sie zwar nicht sicher, jedoch sehr wahrscheinlich.

Meine eigenen Untersuchungen beziehen sich auf 7 Serien von Kaninchen-Gehirnen. Allen den untersuchten Tieren wurde die Retina durch *Evisceratio bulbi* entfernt. Nach einer Frist von 14 bis 50 Tagen wurden die Versuchstiere getötet und ihre Gehirne nach der Marchischen Methode behandelt.

In allen diesen Gehirnen ließen sich die degenerierten Opticus-Fasern sehr leicht verfolgen. Es ergab sich dabei nicht nur eine Bestätigung der Untersuchungen von Singer u. Münzer, Perlia, Berl, Wallenberg, Pavlov u. van Gehuchten, es liessen sich auch neue Tatsachen zutage fördern, die in mancher Richtung nicht ohne Interesse zu sein scheinen.

An allen diesen Gehirnen konnte die ganze Bahn des Tractus peduncularis transversus genau den Angaben der zitierter Forscher entsprechend verfolgt werden. Ich möchte nur hervorheben, daß in meinem Präparaten der Tractus, wie es Wallenberg über das Meerschweinchen-Gehirn berichtet, in seinem Endganglion (Gang. ectomamillare nach Marburg) endeten. Ich habe keine solche Fasern höher hinauf bis zu den Vierhügeln hinaufsteigen gesehen, wie das Singer u. Münzer behaupteten.

Neben dem Tractus peduncularis transv. fand ich in allen den sieben Gehirnen ein bisher noch nicht beschriebenes Opticus-Fasernbündel, das ich *Fasciculus accessorius optici anterior* nennen will. Dasselbe entsteht aus den hintersten Fasern der Sehnervenkreuzung, auf der dem eviszerierten Auge entgegengesetzten Seite, es besteht also aus gekreuzten Fasern. Anfangs liegt es am Gehirnboden unter den Fasern der Guddenschen Kommissur und wendet sich nach hinten. Das Bündel ist auf einer Serie transversaler Schnitte am besten zu verfolgen.

Wenn auf einer solchen Serie die Opticus-Fasern dorso-lateralwärts sich vom Boden des Gehirns emporgehoben haben, umfassen sie die Fasern der Guddenschen Kommissur arkadenförmig von oben und von außen.

Auf diesen Schnitten sieht man das in Rede stehende Bündel durch die nicht degenerierten Fasern der Guddenschen Kommissur von den anderen Fasern des Opticus getrennt. Weiter nach hinten steigt der Opticus mit der Guddenschen Kommissur dorsalwärts, während die Fasern unseres Bündels an der Basis der Gehirns verbleiben. Hier liegen sie in der Ecke zwischen dem medialen Rande des Hirnstiels und der grauen Substanz der Infundibulargegend. Diese Lage behalten sie auch weiter nach hinten, bis der Querschnitt die Gegend der Corpora mamillaria getroffen hat. Hier biegen die Fasern des Fasciculus accessorius lateralwärts, unter den Hirnstiel ab, bis sie eine Lage erreicht haben, die der Hälfte des Hirnstiels-Querschnitts entspricht. Von hier an steigen sie zwischen den Bündeln des Hirnstiels dorsalwärts auf und erreichen die graue Substanz, die dorsalwärts vom Hirnstiel liegt. In dieser grauen Substanz, die dem hinteren Abschnitt des *Corpus subthalamicum sive Luysii* entspricht, endet das Bündel.

Das vordere akzessorische Bündel des Opticus verbindet also die Retina mit dem Corpus Luysii, wenigstens mit dem hinteren Abschnitt desselben. Die Richtung der Fasern des akzessorischen Bündels scheint zentripetal zu sein, da die Degeneration schon nach 14 Tagen die größte Intensität aufweist. Als Ursprungszellen des Bündels müssen wir also die Retinazellen betrachten. Es kann aber aber nicht als ausgeschlossen betrachtet werden, daß sich den vorwiegend zentripetalen Fasern auch zentrifugale zugesellen.

Da die Resultate der dargestellten Untersuchungen beim Kaninchen die Existenz zweier akzessorischen Bahnen des Opticus nach-

gewiesen haben und zwar erstens den Tractus peduncularis und zweitens das akzessorische Bündel des Opticus, so drängt sich sofort die Frage auf, in welcher Weise diese beiden akzessorischen Bahnen des Opticus beim Kaninchen mit den beiden akzessorischen Opticus-Bahnen der niederen Vertebraten zu homologisieren sind. Diese Frage, die auf den ersten Blick leicht lösbar erscheint, stößt bei genauerer Betrachtung auf gewisse Schwierigkeiten.

Das neu gefundene akzessorische Bündel des Opticus zeigt bezüglich des Verlaufs und der Lage ziemlich genau dieselben Verhältnisse, wie wir sie bei dem basalen Opticusbündel der Vögel finden (mir selbst sind die Verhältnisse des Opticus der Taube aus eigenen Degenerations-Experimenten bekannt) Entspricht das akzessorische Bündel des Kaninchens wirklich der basalen Opticusbahn der niederen Vertebraten, so wäre das hintere Ende des Corpus Luysii als dem Ganglion ectomamillare homolog hinzustellen.

Wenn diese Homologie des akzessorischen Opticus-Bündels angenommen wird, so ergibt sich mit Notwendigkeit gleich als Folge davon die Homologie des Tractus peduncularis transversus mit dem Tractus optici ad ganglion isthmi. Diese Auffassung bietet jedoch manche Schwierigkeiten, indem man eine Umlagerung des Ganglion isthmi bei den Säugetieren annehmen müßte. Dasselbe liegt nämlich bei den niederen Wirbeltieren mehr dorsal und kaudalwärts als das Endganglion des Tractus peduncularis bei den Säugern. Als eine mögliche Ursache dieser Umlagerung könnte vielleicht die starke Entwicklung der hinteren Vierhügel der Säuger angenommen werden. Eine Bestätigung der Richtigkeit dieser Anschauung müßte an Gehirnen niederer Säuger geprüft werden, vielleicht ließe sich in denselben die Umlagerungsweise des Ganglions feststellen.

### Litteratur.

- 1881, v. Monakow. Archiv für Psychiatrie. Bd. II.
- 1888. v. Monakow. Archiv für Psychiatrie. Bd. XX.
- 1889. Singer u. Münzer. Denkschrift der Akad. in Wien. Bd. 55.
- 1889. Perlia. Archiv für Ophthalmol. Bd. 35.
- 1896. Kölliker. Gewebelehre. Bd. II.
- 1897. Tumianzew. Pflügers Archiv. Bd. 69.
- 1899. Bechterew. Pflügers Archiv.
- 1900. Pavlov. Neuraxe. Vol. I.



1901. Obersteiner. Bau der Nervösen Zentralorgane.  
 1902. Berl. Arbeiten aus dem Neurol. Instit. der Univ. in Wien. Bd. VIII.  
 1903. Marburg. Arbeiten aus dem Neurol. Instit. der Univ. in Wien. Bd. X.  
 1903. Wallenberg. Anat. Anzeiger. Bd. 24.  
 1904. Cajal. El sistema nervioso del hombre.  
 1905. Edinger. Nervöse Zentralorgane.  
 1906. van Gehuchten. Anatomie du système nerveux.
- 

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

5 Lutego 1908.



# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé)

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

M. Smoluchowski. Théorie d. mouvement d. liquides visqueux . . .	Janv. 1907
V. Humnicki. Condens. de l'acétoguanamine avec l. aldéhydes . . .	Janv. 1907
M. P. Rudzki. Tremblement de terre en Calabre, 8 Sept. 1905 . . .	Janv. 1907
L. Marchlewski. Matière colorante du sang et de la chlorophylle . . .	Févr. 1907
J. Laub. Rayons cathodiques secondaires . . . . .	Févr. 1907
J. Grzybowski. Boryslaw, monographie géologique . . . . .	Févr. 1907
A. Korezyński, L. Marchlewski. Mat. color. racines, Datisca C. . . . .	Févr. 1907
S. Zaremba. L'équation biharmonique etc. . . . .	Mars 1907
A. Bolland. Gaïac et oxyhémoglobine . . . . .	Mars 1907
L. Grabowski. Mesures au moy. de micromètres d'occultation . . .	Avril 1907
L. Natanson. Théorie d. l. dispersion et de l'extinction etc. . . .	Avril 1907
H. Merczyng. Mouvement d. liquides à grande vitesse etc. . . .	Mai 1907
A. Bolland. Réaction de l'aloïne avec l'oxyhémoglobine . . . . .	Mai 1907
K. Kling. L'aldéhyde para-tolylacétique etc. . . . .	Mai 1907
M. Sadzewicz. Fatigue photo-électrique d. métaux . . . . .	Mai 1907
K. Wójcik. Blocs exotiques dans le flysch etc. . . . .	Mai 1907
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Etudes sur la chlorophylle . . .	Juin 1907
J. Merunowicz, J. Zaleski. Les Hémines . . . . .	Juill. 1907
J. Zaleski. Méthode d. combustions élém. etc. . . . .	Juill. 1907
W. Dziéwulski. Perturbations séc. d. petites planètes . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner, St. Tolloczko. Vitesse d. dissolution d. solides, II. . . .	Juill. 1907
L. Bruner, J. Dłuska. Bromuration du toluène . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner. Conductibilité él. du Br et J en solution etc. . . . .	Juill. 1907
W. Łoziński. Cavités lacustres pleistocènes etc. . . . .	Juill. 1907
Z. Thullie. Diamagnétisme. Théorie des électrons . . . . .	Juill. 1907
St. Dąbrowski. Matière colorante des urines etc. . . . .	Oct. 1907
A. Korn. Solution gén. d. problème biharmonique . . . . .	Oct. 1907
St. Niementowski. Acide anthrauil. et éther benz. etc. . . . .	Oct. 1907
M. P. Rudzki. La gravité à Cracovie, S. Francisco etc. . . . .	Oct. 1907
J. Mroczewicz. Composition de la néphéline . . . . .	Oct. 1907
L. Żłobicki. Radium et solutions colloïdales . . . . .	Nov. 1907
C. Zakrzewski. Analyseur elliptique à pénombre . . . . .	Nov. 1907
J. Lewiński. Dépôts jurassiques, chaîne de Sulejów . . . . .	Nov. 1907
L. Marchlewski, J. Robel. Chlorophylles . . . . .	Déc. 1907
K. Żorawski. Équations aux dériv. part. de 1 Ordre . . . . .	Déc. 1907



W. Sierpiński. Développement de l'expression $\sqrt[m]{a}$ . . . . .	Déc. 1907
M. Smoluchowski. Théorie cinét. de l'opalescence des gaz etc. . . . .	Déc. 1907
H. Merczyng. Stegmani Inst. math. libri II . . . . .	Déc. 1907
M. P. Rudzki. Remarque etc. . . . .	Déc. 1907
S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen-Trialdehyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedsborz . . . . .	Janv. 1908

## B). Sciences biologiques.

W. Kudelka. Anatomie comp. d. organes d. Groseilliers . . . . .	Janv. 1907
J. Nowak. Flore fossile sénonienne de Potylicz . . . . .	Janv. 1907
H. Zapałowicz. Revue de la Flore d. l. Galicie VIII . . . . .	Févr. 1907
J. Czajkowski. Préparation artif. des sérums théér. . . . .	Févr. 1907
E. Jentys. Nature chim. et structure de l'amidon . . . . .	Mars 1907
H. Zapałowicz. Revue de la Flore d. l. Galicie IX . . . . .	Avril 1907
St. Saski. Microbes anaérob. d. l. tissus normaux . . . . .	Avril 1907
G. Goldfinger. Sacs lymph. d. l. membres post. d. l. Grenouille . . . . .	Avril 1907
E. Piasecki. Lois du travail musculaire volontaire . . . . .	Avril 1907
M. Konopacki. Respiration des lombrics . . . . .	Mai 1907
M. Siedlecki. Structure et cycle évolutif d. Caryotropha Mesn. . . . .	Mai 1907
E. Rosehauch. Développement embryonn. d. l. cellule mucipare . . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Noyaux d. l. cellules d. appendices d. suspenseur etc. . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Sac embryonnaire de la capucine . . . . .	Juin 1907
W. Kuleczyński. Fragmenta arachnologica, V . . . . .	Juin 1907
A. Karpiński, Br. Niklewski. Nitrification d. l. cultures impures . . . . .	Juin 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, X . . . . .	Juin 1907
S. Krzemieniewski. Etudes sur l'Azotobacter chroococc. Beij . . . . .	Juill. 1907
St. Welecki. Action phys. de la glande surrén. et de l'adrénaline . . . . .	Juill. 1907
M. Kowalewski. Etudes helminthologiques, X . . . . .	Juill. 1907
M. Raciborski. Croissance des cellules à pas . . . . .	Oct. 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, XI . . . . .	Déc 1907
M. Raciborski. Hemmung Beweg.wachst. b. Basidiobolus . . . . .	Janv. 1908
VI. Kuleczyński. Fragmenta arachnologica VI. . . . .	Janv. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 2.

FÉVRIER.

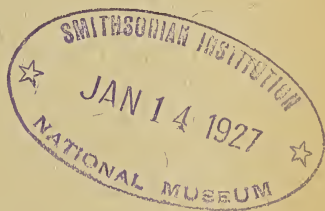
1908.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządkiem Józefa Filipowskiego.



BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 2.

Février

1908.

---

**Sommaire:** 9. K. KOSTANECKI. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung in künstlich parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von *Macra*.  
10. J. BROWINSKI. Über die Gegenwart von Proteinsäuren im Blute.  
11. K. STOŁYHWO. Le crâne de Nowosiółka considéré comme preuve de l'existence à l'époque historique de formes apparentées à *H. primigenius*.

---

Séance du lundi 3 Février 1908.

PRÉSIDENCE DE M. K. OLSZEWSKI.

9. *Podział mitotyczny jąder bez podziału plazmy w jajkach Macry rozwijających się partenogenetycznie. — Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung in künstlich parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von Macra.* (Vorläufige Mitteilung). Note de M. K. KOSTANECKI m. t.

Als ich im Frühjahr 1905 in Neapel weitere Versuche behufs Anregung der Eier von *Macra* zur parthenogenetischen Entwicklung unternahm, bemerkte ich, daß, trotzdem der Konzentrationsgrad der dazu angewandten KCl-Meerwasserlösung, die Dauer ihrer Einwirkung und alle sonstigen Verhaltungsmaßregeln ganz dieselben waren, die Versuche einen abweichenden Verlauf im Vergleich mit den früheren nahmen. Während ich nämlich in den früheren Versuchen die ersten Stadien der Furchung in ähnlicher Form wie bei befruchteten Eiern erhielt, wurden bei den im Jahre 1905 vorgenommenen Versuchen die Eier zwar gleichfalls zur Entwicklung angeregt, es wurden gleichfalls die Richtungskörper ausgestoßen, darauf sah man nach etwa 3 Stunden vom Beginn des Experiments die Eier sich gleichfalls zur Teilung anschicken: sie streckten sich, es schnitt an der Stelle, wo die Richtungskörper ausgestoßen wurden, eine Furche ein und bisweilen trat eine völlige Teilung des Eizellleibes in zwei, gewöhnlich sogar, wie bei befruchteten Eiern, ungleiche, Blastomeren ein; für gewöhnlich blieb jedoch die Teilung aus, man sah die bereits mehr oder weniger tief einschnei-

dende Furche sich wiederum ausgleichen, die Eizelle, welche beim Anlauf zur Teilung bereits eine bohnen-, nieren-, oder hufeisenförmige Gestalt angenommen hatte und in deren Innerem zwei hellere Felder auf eingetretene Kernteilung hinwiesen, rundete sich wiederum zu einer vollkommenen Kugel ab und auch bei den Eiern, bei denen eine Teilung in zwei Blastomeren eingetreten war, wurde die Teilung rückgängig. man sah die Blastomeren wiederum verschmelzen und die Eier gleichfalls wieder Kugelgestalt annehmen. Diesen regressiven Prozeß konnte man an fast allen Eiern, welche überhaupt zur Entwicklung angeregt wurden, verfolgen und die Eier bewahrten auch weiterhin ihre kugelige Gestalt, nach 6 und auch 12 Stunden erschienen fast alle als einheitliche Kugeln, nur ein minimaler Bruchteil, etwa 1—2%, waren teils in 2, teils in 3 oder 4 Blastomeren geteilt, darüber hinaus ging die Furchung nicht; in einigen der Kugeln oder auch in einigen der Blastomeren konnte man jedoch aus der größeren Zahl der helleren Felder schon am lebenden Material auf wiederholte Kernteilung schließen.

Ich habe, da sämtliche Experimente, trotz gewisser Modifikationen bezüglich des Konzentrationsgrades der KCl-Meerwasserlösung und der Dauer des Verweilens der Eier in derselben, ganz denselben Verlauf nahmen, vermutet, daß das Experiment aus unbekannten Ursachen in diesem Jahr mißlang. Ich habe jedoch einige Eierportionen, bei denen die Einleitung der Parthenogenese verfolgt werden konnte, die Furchung aber nicht durchgeführt wurde, länger aufbewahrt und als ich am anderen Tage morgens, also ungefähr nach 24 Stunden, die Eier durchmusterte, sah ich am Boden des Glases fast lauter bewimperte Kugeln sich im Wirbel drehen, zum Teil auch in der Flüssigkeit frei herumschwimmen. Da am lebenden Material und auch an den fixierten *in toto* gefärbten Präparaten keine genaueren Details festgestellt werden konnten, so habe ich bei weiteren Experimenten die Eiportionen fixiert, um an Schnitten Einblick in die genaueren Vorgänge zu gewinnen.

Die Untersuchung der Schnittbilder der parthenogenetisch sich entwickelnden Eier gab sofort über die wichtigste Frage, welche sich bei der Untersuchung des lebenden Materials aufwarf, Aufschluß: es zeigte sich, daß abgesehen von den Eiern, in denen das Keimbläschen überhaupt unverändert blieb und an denen die KCl-Lösung überhaupt keine Veränderungen hervorgerufen hat, sonst innerhalb sämtlicher Eier, welche überhaupt zur Entwicklung angeregt wur-

den, wiederholte Kernteilungen stattgefunden haben, ohne daß darauf einstweilen für gewöhnlich eine Teilung des Zellleibes eingetreten wäre.

Das Bild der in einem gemeinsamen Zellleibe enthaltenen Kerne war ein recht mannigfaltiges, je nachdem die Kerne im Ruhestadium oder in Teilung begriffen waren.

Wo ruhende Kerne in größerer Zahl in dem einheitlichen Eizelleibe vorhanden waren, waren sie entweder ungefähr gleichmäßig im ganzen Zellleibe verteilt, oder sie waren vor allem in der Rindenschicht in einer oder in mehreren Reihen angeordnet, während das Zentrum der Zelle frei blieb, oder aber sie erschienen mehr in der einen Hälfte der Eikugel oder an einer Seite des Eis gruppiert, während die andere auf einem mehr oder weniger großen Bezirk völlig kernfrei blieb; man konnte hierin, falls man sich die Zellgrenzen hinzudachte, Anklänge an die Gruppierung der Mikromeren und Makromeren der normalen Entwicklung befruchteter Eier erblicken. Ja, wenn man nicht nur die Einzelschnitte, sondern die ganze Reihe von Seriensechnitten berücksichtigt, so überzeugt man sich, daß die meisten Eier eine derartige polare Differenzierung aufweisen und daß das Bild des Einzelschnitts davon abhängt, in welcher Achse das Ei getroffen ist.

Neben Eiern, welche ruhende Kerne enthielten, fand man zahlreiche Eier mit Kernteilungsfiguren. Die Teilung der Kerne ging ausschließlich auf mitotischem Wege vor sich; ich habe in den Präparaten keine Bilder gesehen, welche als amitotische Teilungsfiguren gedeutet werden könnten.

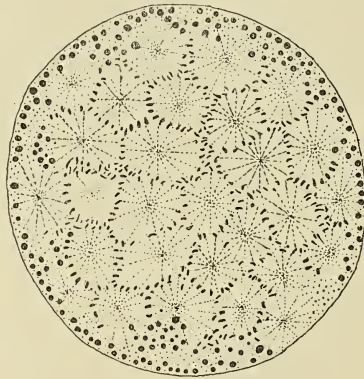
Nur selten sah man einen einzigen Kern in Teilung begriffen; gewöhnlich gingen die Teilungsvorgänge gleichzeitig bei mehreren Kernen vor sich, meist bei allen, wodurch pluripolare Mitosen mit verschiedener Zahl der Pole entstanden. Dieselben boten in den verschiedenen Phasen Bilder von außerordentlicher Klarheit, wie sie an Schönheit wenig ihresgleichen finden dürften.

Dasjenige Moment, welches dieser pluripolaren Mitose das Hauptmerkmal aufprägt, ist die ungemein charakteristische Gruppierung der Spindelpole und der Chromosomen im Stadium des Muttersterns und in den ihm unmittelbar vorangehenden und nachfolgenden Phasen. In der beistehenden Figur gebe ich das Bild eines solchen Muttersternstadiums wieder; es fällt sofort die regelmäßige Verteilung der achromatischen Strahlenfiguren und der „Äquatorialplatten“



der Chromosomen auf. Wir sehen hier nicht einen größeren gemeinsamen Chromosomenhaufen, umgeben von zahlreichen achromatischen Figuren, sondern die achromatischen Strahlenkugeln mit feinen Zentriolen in der Mitte sind in auffallend gleichmäßigen Abständen angeordnet und die Chromosomen sind so regelmäßig zwischen die Strahlenfiguren verteilt, daß sie auf Durchschnitten ein förmliches reguläres Maschenwerk bilden; nur ab und zu findet man stellenweise die Chromosomen in etwas größerer Zahl dichter gelagert, stellenweise etwas spärlicher.

Den Ausgangspunkt für derartige Figuren bildeten gleichzeitig sich ausbildende Spireme einer größeren Anzahl von Kernen; ebenso waren auf Schnitten Bilder der Metakinese und sodann in großer



Zahl Bilder der Anaphasen mit einer großen Zahl von kleinen Tochtersternen und sodann Tochterspiremen zu sehen; wir besitzen in großer Zahl Bilder, welche alle Phasen dieser Art der Mitose illustrieren. Wenn wir die Prophasen und sodann die Anaphasen genauer analysieren, so sehen wir, daß zwar gewöhnlich alle Kerne in Mitose eintreten oder die Mitose beenden, daß aber kleine Zeitunterschiede in der Ausbildung der entsprechenden mitotischen Phase in den einzelnen Kernen doch häufig wahrzunehmen sind; so sehen wir oft neben Kernen, welche schon einen lockeren Knäuel aufweisen, andere auf dem Stadium des dichten Knäuels. Ebenso sah man in den Anaphasen bisweilen zum Teil schon deutliche bläschenförmige Tochterkerne, zum Teil noch Tochterknäuel oder selbst Tochtersterne oder aber frühere und spätere Stadien von Tochtersternen und Tochterspiremen nebeneinander. Den Übergang vom Mutterstern zu den Anaphasen leiteten Bilder ein, von ungewöhn-

licher Schönheit und Deutlichkeit: jedes einzelne Chromosom der netzförmigen Aequatorialplatte erschien in zwei Chromosomen gespalten; da dieselben sich noch wenig von einander entfernt hatten, war die Zugehörigkeit der Paare aufs Deutlichste festzustellen, bei gewisser Einstellung zeichneten sich die schwarzen Doppelchromosomen wie Diplokokken auf der helleren roten protoplasmatischen Grundlage ab. Auf dem Stadium der Tochterknäuel boten die Kerne die Form außerordentlich typischer Ringe dar, so daß wir ausgesprochene Lochkerne vor uns hatten.

Bezüglich der Zahl der Chromosomen kann man bei ihrer Kleinheit und großen Anzahl in diesen Bildern keine zahlenmäßigen Gesetze feststellen, bisweilen erscheinen die chromatischen Figuren auch innerhalb eines und desselben Eis teilweise chromatinärmer, teilweise chromatinreicher; damit mag auch wohl der Unterschied in der Größe der einzelnen Kerne zusammenhängen.

10. *O obecności kwasów proteinowych we krwi. — Über die Gegenwart von Proteinsäuren im Blute.* (Vorläufige Mitteilung). Note de M. **J. BROWIŃSKI**, présentée par M. L. Marchlewski m. t.

Um die Frage zu beantworten, ob die von Bondzyński und seinen Mitarbeitern im Harne von Menschen sowie auch von Hunden gefundenen und von Bondzyński, Dombrowski und Panek<sup>1)</sup> besonders eingehend beschriebenen Proteinsäuren auch im Blute enthalten wären, wurde daraufhin Pferdeblut untersucht. Dieses wurde deshalb für diese Untersuchung gewählt, weil es von vorneherein zu erwarten war, daß diese Säuren, wenn sie überhaupt vorhanden sind, sich vor allem im Serum finden müßten, ferner weil sich das Serum aus dem Pferdeblute infolge des raschen Absetzens der Blutkörperchen leicht gewinnen läßt.

<sup>1)</sup> Bondzyński und Gottlieb, Zentralbl. f. d. med. W. 1897, Nr. 33 und Przegląd lekarski, 1898, Nr. 3; Bondzyński und Panek. Rozprawy Akademii Umiejętności, 42, A (1902) sowie Ber. d. d. Chem. Ges. 1902; Bondzyński, Dombrowski und Panek, Rozpr. Akademii Umiej. Bd. XLV, B., 429, sowie Z. f. physiol. Ch. Bd. XLVIII, 83 (1905).

Vorerst aber mußte der Pferdeharn auf die Gegenwart von Proteinsäuren untersucht werden.

Mit Hilfe der im hiesigen Laboratorium für die Darstellung obengenannter Säuren aus dem Menschenharn ausgearbeiteten Methoden ließ sich in der Tat feststellen, daß der Pferdeharn stickstoff- und schwefelhaltige Säuren dieser Gruppe enthielt. Es waren sowohl solche, welche mit Quecksilberazetat gefällt wurden, gegen Bleiessig dagegen sich negativ verhielten, und im Wasser leicht lösliche, im Alkohol dagegen unlösliche Baryumsalze gaben von den Eigenschaften des oxyproteinsäueren und des antoxyprotein-säueren Baryums, — von denen die letzteren auch mit Hilfe des Ehrlich'schen Reagens erkannt werden konnten, — als auch jene, welche außer mit Quecksilberazetat mit Bleiessig fällbar waren und sich wie Säuren der Alloxypoteinsäuregruppe verhielten. Unter diesen Säuren fehlte auch das Urochrom nicht.

Als nun die Gegenwart der Proteinsäuren im Pferdeharn außer Zweifel gesetzt worden war, wurde das Serum des Pferdeblutes einer Untersuchung in derselben Richtung unterworfen. Nach dem Ausfällen der Eiweißstoffe durch Ansäuern des verdünnten Serums mit Essigsäure und Erwärmung auf dem Wasserbade wurden mit Hilfe der bereits bekannten Methoden und Reagentien in dem eiweißfreien Filtrate die stickstoff- und schwefelhaltigen Säuren beider genannten Gruppen gefunden.

Von den erhaltenen Verbindungen, mit deren Darstellung in größerer Menge ich eben beschäftigt bin, konnte vorläufig nur die mit Kupferazetat fällbare, und zwar eben als Kupferoxydulsalz, einer Analyse unterworfen werden. Daß diese Verbindung mit dem von Dombrowski beschriebenen Urochrom<sup>1)</sup> identisch war, ließ sich daraus schließen, daß sie nicht nur mit Kupferazetat, sondern auch mit Eisenchlorid Fällungen gab, daß sie Eisenchlorid zu Eisenchlorür und Jodsäure zu Jodwasserstoff reduzierte, sowie auch aus dem Umstand, daß sie bei trockener Destillation mit Kalk Pyrrol reichlich abspaltete. Ihre Kupferverbindung, welche übrigens noch nicht ganz rein war, enthielt nämlich 7.5% N und 1.27% S.

Aus den betreffenden quantitativen Untersuchungen des Blutserums, welche sich ebenfalls im Gange befinden, läßt sich schlie-

<sup>1)</sup> Rozprawy Akademii Umiejętności, Bd. XLVII, (1907), S. 447 (polnisch) u. Bulletin de l'Académie des Sc. de Cracovie (1907), französisch.



ßen, daß die Menge der im Blutserum enthaltenen Proteinsäuren jedenfalls nicht weniger als 2·5 g. im Liter beträgt.

Lwów (Lemberg), Medizinisch-chemisches Institut der Universität.

---

11. *Czaszka z Nowosiółki, jako dowód istnienia w epoce historycznej form pokrewnych z H. primigenius. — Le crâne de Nowosiółka considéré comme preuve de l'existence à l'époque historique de formes apparentées à H. primigenius.* Mémoire de M. KAZIMIERZ STOLYHWO présenté par M. H. Hoyer m. c. dans la séance du 7 Janvier 1908.

Dans le courant des dernières années j'ai publié plusieurs travaux concernant l'existence en Pologne du type spy-néanderthaloïde. Ces travaux ont attiré l'attention de M. le professeur G. Schwalbe, vu que leur sujet contredisait quelques-unes de ses opinions. D'après M. Schwalbe, la race de Spy-Néanderthal aurait existé uniquement dans la période diluvienne ancienne, après quoi elle se serait éteinte, de sorte que même les formes transitoires entre H. primigenius et H. sapiens ne dépasseraient pas le paléolithique. J'étais d'avis au contraire que les types spy-néanderthaloïdes, ayant une structure néanderthaliennne adoucie, ont existé non seulement au diluvium ancien mais encore pendant les périodes préhistoriques ultérieures et peuvent être constatés même dans la période historique. Bien entendu, il n'est pas question de l'existence au-delà du paléolithique d'un type spy-néanderthalien pur, pareil à celui que présentent les ossements de Néanderthal, de Spy et à moindre degré les ossements de Krapina; il s'agit seulement de l'existence au-delà du diluvium ancien d'ossements humains ayant une structure rapprochée de celle du type spy-néanderthalien quoique beaucoup plus délicate que celle-ci et même changée à certains égards, grâce à l'influence du milieu et du croisement. M. Schwalbe trouva cette manière de voir erronée et la soumit à la critique au Congrès d'Anthropologues allemands de 1905, de même que dans un mémoire paru dans la „Zeitschrift f. Morphologie u. Anthropologie J. 1906“. Il m'a fait aussi l'honneur de m'écrire plusieurs

lettres à ce sujet. Pour élucider le problème en litige, j'ai soumis à un nouvel examen les matériaux précédemment étudiés; mes recherches antérieures n'étant pas conformes à la méthode de M. Schwalbe ne permettaient pas de comparer mes crânes à ceux qui sont considérés par MM. Schwalbe, Klaatsch et Gorjanowič-Kramberger comme les représentants de la race de Spy-Néanderthal. J'ai commencé par étudier par la méthode de M. Schwalbe le crâne scythique de Nowosiółka; à mon avis, c'est celui parmi tous les crânes se trouvant au Laboratoire Anthropologique de Varsovie qui possède les caractères les plus marqués de la race de Spy-Néanderthal.

On trouve les données archéologiques concernant le crâne en question dans un mémoire de M. Bydłowski „Les kourghanes de Nowosiółka du district de Lipowiec, Gouvernement de Kiev“ [Światowit t. V. 1904]; le kourghane dont provient ce crâne y est désigné comme le N<sup>o</sup> V. Le crâne de Nowosiółka a dû appartenir à un homme de 30 ans environ; quant à l'époque dont il provient, nous pouvons la déterminer d'après les objets qui ont été trouvés avec lui dans la tombe. A côté du squelette couché sur le dos, la tête à l'occident, se trouvait une armure complète d'écailles de fer unies par des rivets. De l'autre côté se trouvaient deux pointes de javelots en fer assez longues dont l'une avait la lame plate; l'autre était forgée d'une barre quadrangulaire. Aux pieds du squelette était posé un gobelet en argile jaune, à une anse, de travail assez soigné, bordé en dedans d'une bande noire; deux bandes pareilles entourent le gobelet à l'intérieur à l'endroit de sa plus grande saillie. A côté du gobelet se trouvait une belle amphore en argile rouge, de forme conique, à fond taillé obliquement. Aux pieds et à la tête du mort étaient couchés deux squelettes de chevaux avec leurs harnais et leurs brides et quatre mors pareils à ceux dont on se sert encore aujourd'hui. En fait d'harnais, on n'avait retrouvé que des morceaux de cuir et des ornements en métal verdi et oxydé.

---

Le mémoire présent est uniquement consacré à l'étude de la position qu'occupe le crâne de Nowosiółka par rapport au groupe H. primigenius, renfermant les crânes de Néanderthal, de Spy et de Krapina, et aussi par rapport à divers autres crânes diluviens. Je ne m'occuperai point ici de la question de la filiation entre H. pri-

migenius et *H. sapiens*, ni du problème de la limite que nous aurions à tracer entre ces deux groupes.

§ I. **Tori supraorbitales.** Je commence par ce caractère, reconnu comme pithécoïde et ayant selon M. Schwalbe le plus d'importance comme trait distinctif du type *spy-néanderthalien*. M. Schwalbe affirme que toutes les arcades sourcilières fort saillantes ne peuvent pas être considérées comme un caractère suffisant pour permettre de classer un crâne parmi les représentants du type de *Spy-Néanderthal*. La condition indispensable consiste en ce que la saillie des arcades longe le bord entier des orbites, à l'exception d'un léger enfoncement qui peut se trouver sur le plan médian. M. Schwalbe appelle cette espèce de saillies „tori supraorbitales“ et les considère, de même que MM. Klaatsch et Gorjanowič-Kramberger, comme le caractère le plus important de la race de *Spy-Néanderthal*. Quant à *H. sapiens*, nous y rencontrons d'après M. Schwalbe parfois aussi des arcades sourcilières fort saillantes mais qui, au lieu de longer le bord entier des orbites jusqu'à la ligne de suture du frontal et de l'os malaire, arrivent à peine jusqu'à son milieu après quoi elles remontent obliquement en haut. Il en résulte l'existence chez *H. sapiens*, dans la partie latérale des orbites, d'un plan trilatéral ou même d'une légère dépression qui s'étend depuis le milieu des bords supérieurs des orbites jusqu'au point de leur rencontre avec les os malaires. Le plan latéral en question est appelé par M. Schwalbe „planum supraorbitale“. D'après MM. Gorjanowič-Kramberger et Schwalbe, le renflement de la partie latérale des arcades sourcilières n'a jamais lieu sur les crânes contemporains.

D'après M. Gorjanowič-Kramberger, l'échancrure sus-orbitaire dans le cas en question est un caractère morphologique très important. Selon cet auteur, les crânes néolithiques et les crânes appartenant au type *H. sapiens* recens présentent une échancrure sus-orbitaire parfois très profonde dont le bord latéral forme l'apophyse sus-orbitaire. Au contraire, les crânes qui appartiennent au type *H. primigenius* ne présentent qu'une très faible échancrure et latéralement un léger renflement oblong. En outre, l'échancrure sus-orbitaire donne ici naissance ordinairement à une gouttière très plate qui, dirigée latéralement et obliquement, traverse le torus



supraorbitalis et constitue le premier stade de développement du sillon sus-orbitaire, c'est à dire le premier degré de division des proéminences sus-orbitaires; celles-ci, encore continues chez *H. primigenius*, sont tout à fait séparées chez *H. sapiens*. Cependant, en fait de tori et incisurae supraorbitales, M. Gorjanowič-Kramberger reconnaît l'existence de formes transitoires entre *H. primigenius* et *H. sapiens* et cite comme exemple d'une disparition graduelle de tori le crâne néolithique de Babsk.

En étudiant le crâne de Nowosiółka j'ai eu soin de prendre en considération les opinions que je viens de rappeler. Mes recherches ont démontré: 1<sup>o</sup> que le crâne en question possède des arcades sourcilières renflées et saillantes tout le long des orbites jusqu'au lieu de leur rencontre avec les os malaïres; ceci correspond exactement à la structure caractéristique du type *H. primigenius*; 2<sup>o</sup> que les échancrures sus-orbitaires sont fort développées mais les gouttières qui en partent dans une direction latéralement oblique sont très faibles et si peu profondes qu'elles n'interrompent nullement la continuité des tori supraorbitales. On observe à cet égard des relations semblables sur les crânes de Krapina dont les gouttières très plates présentent le premier stade de division du torus supraorbitalis en arcus supraciliaris et margo supraorbitalis. D'après M. Gorjanowič-Kramberger, cette structure des crânes de Krapina parle en faveur de l'existence de formes transitoires entre *Homo primigenius* et *H. sapiens* recens. Pour déterminer plus exactement l'épaisseur des tori supraorbitales du crâne de Nowosiółka, je les ai mesurés et je rapporte ici les résultats de ces mesures en y ajoutant les résultats trouvés par M. Gorjanowič-Kramberger quant aux tori supraorbitales de plusieurs crânes de Krapina.

(Voir la table à la page 107).

Ce tableau démontre que l'épaisseur des arcades sourcilières du crâne de Nowosiółka se rapproche sensiblement de celle des crânes de Krapina. Il est vrai que les parties latérales de ces arcades sont un peu moins épaisses que les parties correspondantes des crânes de Krapina (à l'exception toutefois d'un des fragments), mais, en revanche, ses parties médianes sont plus épaisses. En résumé, les arcades sourcilières du crâne de Nowosiółka, grâce à leur continuité non interrompue jusqu'à la suture fronto-malaire, de même qu'à leur considérable épaisseur, peuvent être désignées comme tori

## Epaisseur des arcades sourcilières.

Crânes	bord médian	au point de la moindre épaisseur	bord latéral
Crâne de Néanderthal (moulage) du côté droit	20 mm	12 mm	12 mm
Crâne du Néanderthal du côté gauche	20 mm	13 mm	13 mm
Crâne de Nowosiółka du côté droit	16 mm	8 mm	9 mm
Crâne de Nowosiółka du côté gauche	16 mm	7 mm	10 mm
Crâne de Krapina „C“	13·8 mm	9·5 mm	12·1 mm
Crâne de Krapina „D“	11·3 mm	9·3 mm	11·5 mm
Fragment du crâne de Krapina	—	9 mm	—
Autre fragment du crâne de Krapina	—	4 mm	—

supraorbitales et non pas comme arcus superciliares, ainsi que le fait M. Schwalbe en basant son opinion sur la photographie que j'ai eu l'honneur de lui envoyer.

Quant aux arcades sourcilières, le crâne de Nowosiółka diffère essentiellement du type *H. sapiens* et peut être joint au groupe „Spy-Néanderthal-Krapina“.

$$\S \text{ II. Indice interorbitaire } \left[ \frac{\text{dakryon-dakryon} \times 100}{\text{diamètre biorbit. interne}} \right]$$

Diamètre interorbitaire [dakryon-dakryon]:

Crâne de Spy I . . . . .	32 mm	Crâne de Krapina „C“ . . .	29 mm
„ „ Brüx . . . . .	31 „	Fragment de Krapina . . .	28 „
„ „ Néanderthal . . . . .	30 „	Crâne de Cannstadt . . .	26·2 „
„ „ Nowosiółka . . . . .	30 „	„ „ Gibraltar . . . . .	20 „

Le diamètre interorbitaire du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas les dimensions *H. primigenius*.

## Diamètre biorbitaire interne:

Crâne de Spy I . . . . .	116—113 mm	Crâne de Krapina „C“ . . . . .	107 mm
„ „ Néanderthal . . . . .	112 „	Fragment de Krapina . . . . .	106 „
„ „ Nowosiółka . . . . .	110 „	Crâne de Brûx . . . . .	104 „

Le diamètre biorbitaire interne du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas les dimensions H. primigenius.

## Indice interorbitaire:

Crâne de Brûx . . . . .	29·8	Crâne de Krapina „C“ . . . . .	27·1
„ „ Spy I . . . . .	29—28	„ „ Néanderthal . . . . .	27
„ „ Nowosiółka . . . . .	27·27	Fragment de Krapina . . . . .	26·4

L'indice interorbitaire du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite H. primigenius.

§ III. Indice fronto-biorbitaire  $\left[ \frac{\text{largeur frontale minima} \times 100}{\text{diamètre biorbit. externe}} \right]$ 

## Diamètre biorbitaire externe:

Crâne de Krapina „D“ . . . . .	126·2 mm	Crâne de Spy I . . . . .	123 mm
„ „ Néanderthal . . . . .	126 „	„ „ Nowosiółka . . . . .	122 „
Fragment de Krapina . . . . .	126 „	„ „ Krapina „C“ . . . . .	118 „
Crâne de Spy II . . . . .	124 „	„ du Pithecanthropus . . . . .	106 „

Le diamètre biorbitaire externe du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas les dimensions H. primigenius.

## Largeur frontale minima:

Crâne de Krapina „D“ . . . . .	110·4 mm	Crâne de Tilbury . . . . .	101 mm
„ „ Spy II . . . . .	109 „	„ „ Krapina „C“ . . . . .	98·5 „
„ „ Néanderthal . . . . .	107·5 „	„ „ Podbaby . . . . .	98 „
„ „ Nowosiółka . . . . .	104 „	„ „ Cannstadt . . . . .	96 „
„ „ Spy I . . . . .	104 „	„ „ Gibraltar . . . . .	95 „
Fragment de Krapina . . . . .	104 „	„ „ Brûx . . . . .	92 „
Crâne de Sligo . . . . .	102 „	„ du Pithecanthropus . . . . .	87 „

La largeur frontale minima du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas les dimensions H. primigenius.

## Indice fronto-biorbitaire:

Crâne de Néanderthal . . . . .	88·8	Crâne de Spy I . . . . .	84·5
„ „ Spy II . . . . .	87·9	„ „ Krapina „C“ . . . . .	83·4
„ „ Krapina „D“ . . . . .	87·3	Fragment de Krapina . . . . .	82·5
„ „ Nowosiółka . . . . .	85·25	Crâne du Pithecanthropus . . . . .	82

L'indice fronto-biorbitaire du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite H. primigenius.



## § IV. Angle bregmatique [b. g. i.]:

Crâne de Cannstadt . . . . .	60°	Crâne de Brüx . . . . .	51°5—45°5°
" " Brünn . . . . .	54°	" " Spy II . . . . .	50°5°
" " Nowosiółka . . . . .	53°5°	" " Krapina „D“ . . . . .	50°
" " Krapina „C“ . . . . .	52°	" " Spy I . . . . .	46°
" " Galley-Hill . . . . .	52°	" " Néanderthal . . . . .	44°
" " Gibraltar . . . . .	51—50°	" du Pithecanthropus . . . . .	37°5°

L'angle bregmatique du crâne de Nowosiółka approche donc des dimensions H. primigenius.

## § V. Angle frontal [m. g. i.]:

Crâne de Cannstadt . . . . .	90°	Crâne de Spy II . . . . .	70°
" " Galley-Hill . . . . .	82°	" " Krapina „C“ . . . . .	70°
" " Nowosiółka . . . . .	78°	" " Krapina „D“ . . . . .	66°
" " Brüx . . . . .	77—72°5°	" " Néanderthal . . . . .	62°
" " Brünn . . . . .	75°	" " Spy I . . . . .	59°
" " Gibraltar . . . . .	74—73°	" du Pithecanthropus . . . . .	52°5°

L'angle frontal du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions H. primigenius. Je ferai remarquer néanmoins le rapprochement considérable qui existe à cet égard entre le crâne de Nowosiółka et celui de Brüx qui est considéré par M. Schwalbe, quant aux dimensions de l'angle frontal, comme une forme transitoire entre H. primigenius et H. sapiens.

## § VI. Angle de la convexité du frontal.

Angle A) [n. r. b.]:

Crâne de Spy I . . . . .	151°	Crâne de Cannstadt . . . . .	135°
" du Pithecanthropus . . . . .	146°25°	" " Nowosiółka . . . . .	131°
Crâne de Spy II . . . . .	141°5°	" " Brüx . . . . .	131°
" " Néanderthal . . . . .	139°		

L'angle [n. r. b.] du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions H. primigenius.

Angle B) [g. e. b.]:

Cet angle est plus important que le précédent dont l'ouverture dépend, à un certain degré, de la position plus ou moins enfoncée du nasion.

Crâne de Spy I . . . . .	159°	Crâne de Néanderthal . . . . .	150°
" du Pithecanthropus . . . . .	153°2°	" " Nowosiółka . . . . .	139°
" de Spy . . . . .	151°	" " Krapina „A“ [enfant] . . . . .	134°

L'angle [g. e. b.] du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions H. primigenius.

## § VII. Angle: lambda-glabella-inion [l. g. i.]:

Crâne de Nowosiółka . . . . .	18°	Crâne de Brünn . . . . .	17°
" " Krapina "C" . . . . .	17°	" " Spy II . . . . .	16·5°
" " Brüx . . . . .	17°	" " Spy I . . . . .	16°
" " Galley-Hill . . . . .	17°	" " Néanderthal . . . . .	15°

L'angle: lambda-glabella-inion du crâne de Nowosiółka approche donc des dimensions H. primigenius.

## § VIII. Indice de la convexité de la voûte frontale

$$A): \left[ \frac{\text{diamètre: nasion-bregma} \times 100}{\text{courbe: nasion-bregma}} \right]:$$

Diamètre nasion-bregma:

Crâne de Néanderthal . . . . .	119 mm	Crâne de Brüx . . . . .	115 mm
" " Cannstadt . . . . .	117 "	" " Egisheim . . . . .	115 <sup>1</sup> "
" " Nowosiółka . . . . .	116 "	" du Pithecanthropus . . . . .	112—96 "
" " Spy II . . . . .	115 "	" de Spy I . . . . .	108 "

Le diamètre nasion-bregma du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas les dimensions H. primigenius.

Courbe nasion-bregma:

Crâne de Cannstadt . . . . .	135 mm	Crâne de Egisheim . . . . .	130 mm
" " Brüx . . . . .	135 "	" " Spy II . . . . .	124 "
" " Néanderthal . . . . .	133 "	" du Pithecanthropus . . . . .	120—100 "
" " Nowosiółka . . . . .	133 "	" de Spy I . . . . .	115 "

La courbe nasion-bregma du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas les dimensions H. primigenius.

Indice A) de la convexité de la voûte frontale:

Crâne du Pithecanthropus . . . . .	94·6	Crâne de Nowosiółka . . . . .	87·22
" de Spy I . . . . .	93·9	" " Néanderthal . . . . .	87·2
" " Spy II . . . . .	92·7	" " Cannstadt . . . . .	86·67
" " Egisheim . . . . .	88·5	" " Brüx . . . . .	85·1

L'indice A) de la convexité de la voûte frontale du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite H. primigenius.

Indice de la convexité de la voûte frontale

$$B): \left[ \frac{\text{diamètre: glabella-bregma} \times 100}{\text{courbe: glabella-bregma}} \right]:$$

Cet indice est plus important que le précédent dont la grandeur dépend, à un certain degré, de la position plus ou moins enfoncée du nasion; en cas de forte concavité de la base du nez la courbe médiane du frontal gagne en longueur; cependant ceci n'est

pas un équivalent de l'accroissement de la convexité de la voûte frontale.

Crânes de Spy-Néanderthal . . .	93·8—89·4
Crâne de Nowosiółka . . . . .	92·8
„ „ Krapina „A“ (enfant) . . .	90·3

L'indice B) de la convexité de la voûte frontale du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite H. primigenius. Je remarquerai en outre que le crâne de Nowosiółka possède une suture frontale persistante à peu près sur toute sa longueur, et que les légers renflements qui l'accompagnent des deux côtés contribuent à produire une impression de convexité de la voûte frontale vue sur la photographie du crâne en question dans sa „norma lateralis“.

#### § IX. Indice glabello-cérébral:

$$\left[ \frac{\text{diamètre glabellaire du frontal} \times 100}{\text{diamètre cérébral du frontal}} \right]$$

Diamètre glabellaire du frontal:

Crâne de Néanderthal . . .	38 mm	Crâne de Nowosiółka . . .	25 mm
„ „ Gibraltar . . . . .	36 „	„ du Pithecanthropus . . .	24 „
„ „ Spy I . . . . .	32 „	„ de Galley-Hill . . . . .	24 „
„ „ Spy II . . . . .	30 „	„ „ Brûx . . . . .	24 „
„ „ Brûnn . . . . .	30 „	„ „ Cannstadt . . . . .	13 „
„ „ Krapina „C“ . . . . .	28·2 „		

Le diamètre glabellaire du frontal du crâne de Nowosiółka approche donc des dimensions H. primigenius.

Diamètre cérébral du frontal:

Crâne de Cannstadt . . .	104 mm	Crâne du Pithecanthropus . . .	80—95 mm
„ „ Brûx . . . . .	99 „	„ de Néanderthal . . . . .	86 „
„ „ Nowosiółka . . . . .	99 „	„ „ Krapina „C“ . . . . .	86 „
„ „ Brûnn . . . . .	96 „	„ „ Gibraltar . . . . .	82 „
„ „ Galley-Hill . . . . .	95 „	„ „ Spy I . . . . .	81 „
„ „ Spy II . . . . .	92 „		

Le diamètre cérébral du frontal du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions H. primigenius.

Indice glabello-cérébral:

Crâne de Néanderthal . . . . .	44·2	Crâne de Egisheim . . . . .	29
„ „ Gibraltar . . . . .	43	„ du Pithecanthropus . . .	27·6
„ „ Spy I . . . . .	41·5—40·9	„ de Nowosiółka . . . . .	25·25
„ „ Spy II . . . . .	34·4	„ „ Galley-Hill . . . . .	25·2
„ „ Krapina „C“ . . . . .	32·7	„ „ Brûx . . . . .	24·24
„ „ Brûnn . . . . .	31·2	„ „ Cannstadt . . . . .	18·2



L'indice glabello-cérébral du crâne de Nowosiółka dépasse donc la limite *H. primigenius*. M. Schwalbe arrive à la conclusion que cet indice est très important et qu'il suffit entièrement pour nous permettre d'établir une limite bien nette entre les groupes *H. primigenius* et *H. sapiens* qui à cet égard ne sont liés jusqu'à présent par l'existence d'aucune forme transitoire. Cependant le tableau ci-dessus démontre que les crânes de Brünn, d'Egisheim et même celui du *Pithecanthropus* constituent précisément des formes transitoires semblables. Ce fait est surtout remarquable en raison de ce que M. Schwalbe n'écarte point la possibilité du développement génétique du *Pithecanthropus* à *H. primigenius*. Dans cette hypothèse, il faudrait s'attendre à ce que le *Pithecanthropus* possède précisément ce caractère important et décisif à un degré tout au moins aussi prononcé que *H. primigenius*. Le tableau précédent prouve le contraire. Les deux faits cités plus haut: l'existence de formes transitoires et la circonstance que le *Pithecanthropus* est une telle forme quant à l'indice glabello-cérébral, diminuent donc considérablement la valeur que M. Schwalbe attribue à l'indice en question.

§ X. Angle de la saillie de la partie cérébrale du frontal  
[a. t. b.]:

Crâne de Spy I . . . . .	155·5°	Crâne de Spy II . . . . .	147°
" du <i>Pithecanthropus</i> . . . . .	154·5°	" " Brüx . . . . .	143·5°
" de Néanderthal . . . . .	151°	" " Nowosiółka . . . . .	139°

L'angle en question pour le crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions *H. primigenius*. Les petites dimensions de cet angle sur le crâne de Nowosiółka ont certainement pour cause la convexité médiane du frontal provoquée par la persistance de la suture frontale.

§ XI. Indice de la convexité de la partie cérébrale du frontal:

$$\left[ \frac{\text{diamètre de la partie cérébrale} \times 100}{\text{courbe de la partie cérébrale}} \right]$$

Courbe de la partie cérébrale du frontal:

Crâne de Cannstadt . . . . .	113 mm	Crâne de Néanderthal, . . . . .	95 mm
" " Brüx . . . . .	105 "	" du <i>Pithecanthropus</i> . . . . .	98—78 "
" " Nowosiółka . . . . .	105 "	" de Spy I . . . . .	83 "
" " Spy II . . . . .	100 "		

La courbe de la partie cérébrale du frontal du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions *H. primigenius*.

### Indice de la convexité de la partie cérébrale:

Crâne de Spy I . . . . .	97·5	Crâne de Nowosiółka . . . . .	92·38
" du Pithecanthropus . . . . .	96·1	" " Cannstadt . . . . .	92·04
" de Néanderthal . . . . .	95·5	" " Spy II . . . . .	92·0
" " Brûx . . . . .	94·29		

Cet indice pour le crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite H. primigenius.

### § XII. Indice de la position du bregma:

$$\left[ \frac{\text{diamètre g. w.} \times 100}{\text{diamètre glabella-inion}} \right]$$

#### Diamètre glabella-inion:

Crâne de Galley-Hill . . . . .	201 mm	Crâne de Nowosiółka . . . . .	194 mm
" " Brünn . . . . .	201 "	" " Gibraltar . . . . .	187 "
" " Néanderthal . . . . .	199 "	" " Brûx . . . . .	185—180 "
" " Spy I . . . . .	198 "	" du Pithecanthropus . . . . .	181 "
" " Krapina „D“ . . . . .	197·5 "	" de Cannstadt . . . . .	174 "
" " Spy II . . . . .	196 "		

Le diamètre glabella-inion du crâne de Nowosiółka approche donc des dimensions H. primigenius.

#### Indice de la position du bregma:

Crâne du Pithecanthropus . . . . .	44·1	Crâne de Spy II . . . . .	35·2
" de Néanderthal . . . . .	38·4	" " Spy I . . . . .	34·8
" " Nowosiółka . . . . .	35·56	" " Krapina „D“ . . . . .	31·8

L'indice de la position du bregma sur le crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite H. primigenius.

### § XIII. Indice fronto-pariétal $\left[ \frac{\text{largeur minima du front} \times 100}{\text{largeur maxima du front}} \right]$ :

Crâne de Néanderthal . . . . .	73·1	Crâne de Brux . . . . .	71—68
" " Krapina „A“ . . . . .	72·5	" " Krapina „C“ . . . . .	66·4
" " Nowosiółka . . . . .	72·22	" " Cannstadt . . . . .	65·7
" " Tilbury . . . . .	72·1	" du Pithecanthropus . . . . .	65·4
" " Spy I . . . . .	71·2	" de Gibraltar . . . . .	64·2
" " Spy II . . . . .	71·2	" " Egisheim . . . . .	61·3

L'indice fronto-pariétal du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite H. primigenius.

### § XIV. Indice de la convexité des pariétaux

$$\left[ \frac{\text{diamètre de la suture sagittale} \times 100}{\text{courbe de la suture sagittale}} \right]:$$

Crâne de Néanderthal . . . . .	94·5	Crâne de Nowosiółka . . . . .	91·18
" " Krapina „D“ . . . . .	92·8	" " Krapina [adulte] . . . . .	86·3

Cet indice pour le crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite *H. primigenius*.

#### § XV. Indice des pariétaux

$$\left[ \frac{\text{courbe sagittale des pariétaux} \times 100}{\text{courbe sagittale du frontal}} \right]:$$

Crâne de Spy I . . . . .	104·3	Crâne de Brûx . . . . .	92·6
" " Nowosiółka . . . . .	102·26	" " Néanderthal . . . . .	89·4—82·7
" " Spy II . . . . .	96·7	" du Pithecanthropus . . . . .	85·8
" " Egisheim . . . . .	95·3		

L'indice des pariétaux du crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite *H. primigenius*.

#### § XVI. Indice céphalique $\left[ \frac{\text{largeur maxima du crâne} \times 100}{\text{longueur maxima du crâne}} \right]:$

Crâne de Galley-Hill . . . . .	205 mm	Crâne de Brûx . . . . .	195—190 mm
" " Brünn . . . . .	204 "	" " Gibraltar 192·5 - 190 "	
" " Nowosiółka . . . . .	200 "	" du Pithecanthropus . . . . .	181 "
" " Néanderthal . . . . .	199 "	" de Krapina „C“ . . . . .	178 "
" " Spy II . . . . .	198 "	" " Cannstadt . . . . .	178 "
" " Krapina „D“ . . . . .	197·5 "		

La longueur maxima du crâne de Nowosiółka approche donc des dimensions *H. primigenius*.

Largeur maxima [euryon-euryon]:

Crâne de Krapina „D“ . . . . .	169 mm	Crâne de Tilbury . . . . .	140 mm
" " Krapina „C“ . . . . .	149 "	" " Brünn . . . . .	139 "
" " Gibraltar . . . . .	148 "	" " Brûx . . . . .	135—130 "
" " Néanderthal . . . . .	147 "	" du Pithecanthropus . . . . .	133 "
" " Cannstadt . . . . .	146 "	" de Galley-Hill . . . . .	130 "
" " Nowosiółka . . . . .	144 "		

La largeur maxima du crâne de Nowosiółka approche donc des dimensions *H. primigenius*.

Indice céphalique:

Crâne de Krapina „D“ . . . . .	85·5	Crâne du Pithecanthropus . . . . .	73·4
" " Krapina „C“ . . . . .	83·7	" de Spy I . . . . .	72·2
" " Cannstadt . . . . .	82	" " Nowosiółka . . . . .	72
" " Gibraltar . . . . .	77·9	" " Brûx . . . . .	69
" " Spy II . . . . .	77·2	" " Brünn . . . . .	68·2
" " Néanderthal . . . . .	73·9	" " Galley-Hill . . . . .	63·4

L'indice céphalique du crâne de Nowosiółka approche donc de la limite *H. primigenius*.



§ XVII. Hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-inion [Kalottenhöhe].

Crâne de Cannstadt . . .	105 mm	Crâne de Gibraltar . . .	85 mm
„ „ Nowosiółka . . .	104 „	„ „ Néanderthal . . .	84—80·5 „
„ „ Brünn . . .	103 „	„ „ Krapina „D“ . . .	83·5 „
„ „ Galley-Hill . . .	97 „	„ „ Krapina „C“ . . .	82 „
„ „ Brûx . . .	92—85 „	„ „ Spy I . . .	81 „
„ „ Spy II . . .	87 „	„ du Pithecanthropus . . .	62 „

La hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre glabelle-inion du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions H. primigenius.

§ XVIII. Indice de hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-inion [Kalottenhöheindex].

$$\left[ \frac{\text{diamètre c. h. (hauteur de la voûte crânienne)} \times 100}{\text{diamètre: glabelle-inion}} \right]$$

Crâne de Cannstadt . . .	60·34—58·99	Crâne de Gibraltar . . .	45·4
„ „ Egisheim . . .	55·5	„ „ Spy II . . .	44·3
„ „ Nowosiółka . . .	53·61	„ „ Krapina „D“ . . .	42·2
„ „ Brünn . . .	51·2	„ „ Spy I . . .	40·9
„ „ Brûx . . .	51·1—47·6	„ „ Néanderthal . . .	40·5
„ „ Galley-Hill . . .	48·2	„ du Pithecanthropus . . .	34·2
„ „ Krapina „C“ . . .	46		

Cet indice pour le crâne de Nowosiółka dépasse donc la limite H. primigenius.

§ XIX. Hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-lambda [Lamba-Kalottenhöhe]:

Crâne de Cannstadt . . .	75 mm	Crâne de Néanderthal . . .	57—54·5 mm
„ „ Egisheim . . .	70 „	„ „ Brûx . . .	56 „
„ „ Nowosiółka . . .	66 „	„ „ Krapina „D“ . . .	53 „
„ „ Spy II . . .	58 „	„ „ Spy I . . .	51 „

La hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-lambda du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions H. primigenius.

§ XX. Indice de hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-lambda [Lambda-Kalottenhöheindex]

$$\left[ \frac{\text{diamètre k. p. (hauteur de la voûte crânienne)} \times 100}{\text{diamètre: glabelle-lambda}} \right]$$

Crâne de Cannstadt . . .	43·3—42·1	Crâne de Brûx . . .	30·2
„ „ Egisheim . . .	37·8	„ „ Néanderthal . . .	29·4
„ „ Nowosiółka . . .	34·02	„ „ Krapina „D“ . . .	29·3
„ „ Spy II . . .	31·3	„ „ Spy I . . .	27·4

Cet indice pour le crâne de Nowosiółka approche donc de la limite *H. primigenius*.

§ XXI. Angle de lambda [l. g. i.]:

Crâne de Nowosiółka . . . . .	82°	Crâne de Gibraltar . . . . .	73°—69°
„ „ Brünn . . . . .	78°	„ „ Néanderthal . . . . .	66·5°
„ „ Krapina „C“ . . . . .	76°	„ „ Krapina „D“ . . . . .	65°
„ „ Galley-Hill . . . . .	74°		

L'angle de lambda du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions *H. primigenius*.

§ XXII. Angle de l'opisthion [o. i. g.]:

Crâne de Krapina „D“ . . . . .	57°	Crâne de Galley-Hill . . . . .	42°
„ „ Néanderthal . . . . .	51·5°	„ „ Nowosiółka . . . . .	36°
„ „ Brünn . . . . .	42°	„ „ Gibraltar . . . . .	36°

L'angle de l'opisthion du crâne de Nowosiółka diffère donc des dimensions *H. primigenius*.

§ XXIII. Indice de la convexité de l'occipital:

$$\left[ \frac{\text{diamètre: lambda-opisthion} \times 100}{\text{courbe: lambda-inion-opisthion}} \right]:$$

Crâne de Nowosiółka . . . . .	81·45
„ „ Krapina „B“ . . . . .	80 4
Autres crânes de Krapina . . . . .	77

L'indice de la convexité de l'occipital du crâne de Nowosiółka approche donc de la limite *H. primigenius*.

§ XXIV. Configuration de la suture zygomatoco-maxillaire.

D'après M. Gorjanowicz-Kramberger, la suture zygomatoco-maxillaire du crâne de Krapina „C“ a une configuration différente de celle que l'on observe sur les crânes de *H. sapiens* recens. La partie sous-orbitaire de l'os malaire sur le crâne en question n'avance pas aussi loin dans la direction du nez et n'est pas aussi rétrécie que sur les crânes européens modernes et néolithiques. Il en résulte que la suture zygomatoco-maxillaire de ce crâne se dirige tout d'abord verticalement en bas et tourne ensuite en arrière. Cette configuration est liée à un développement considérable de la partie sous-orbitaire du maxillaire ce qui d'ordinaire amène l'absence de fossettes canines. Or, sur le crâne de Nowosiółka, la configuration de la suture zygomatoco-maxillaire approche de la structure caractéristique pour le crâne de Krapina; les fossettes canines y manquent aussi.

Ainsi donc la configuration de la suture zygomatiko-maxillaire du crâne de Nowosiółka ne diffère point de la structure *H. primigenius*.

§ XXV. Niveau de l'arcade zygomatique. La position de l'arcade zygomatique par rapport au plan horizontal allemand constitue d'après M. Gorjanowič-Kramberger un caractère morphologique très important. Chez *H. sapiens* recens, les arcades en question s'étendent ordinairement soit au-dessus du plan horizontal, soit à son niveau et ce n'est que dans de rares exceptions qu'elles se trouvent un peu au-dessous de lui. Sur le crâne de Krapina „C“ la partie temporale de l'arcade zygomatique commence au niveau du plan horizontal allemand mais elle s'abaisse ensuite tellement que le bord supérieur antérieur de l'apophyse malaire se trouve au-dessous du plan horizontal en question. MM. Fraipont et Klaatsch supposent qu'une configuration pareille a dû exister sur le crâne de Spy I. Une pareille structure a été observée chez plusieurs anthropoïdes: le Gorille et le Chimpanzé. Sur le crâne de Nowosiółka le niveau de l'arcade zygomatique est identique à la structure que je viens de décrire pour le crâne de Krapina „C“. Ainsi donc le niveau de l'arcade zygomatique sur le crâne de Nowosiółka ne diffère point de la structure *H. primigenius*.

§ XXVI. Diamètre akanthion-prosthion:

Crâne de Spy I . . . .	28 mm	Crâne de Krapina „C“ . .	21 mm
„ „ Krapina „E“ . .	27·7 „	„ „ Nowosiółka . . .	18 „
„ „ Krapina „F“ . .	24·7 „		

Le diamètre akanthion-prosthion du crâne de Nowosiółka approche donc des dimensions *H. primigenius*.

§ XXVII. Indice de hauteur de la mâchoire inférieure:

$$\left[ \frac{\text{hauteur de la mâchoire à la 2-me molaire} \times 100}{\text{hauteur de la mâchoire à la symphyse}} \right]$$

Hauteur de la mâchoire à la 2-me molaire:

Crâne de Krapina „H“	34·3—33 mm	Crâne de Krapina „B“ . .	25 mm
„ „ Spy I . . . .	33 „	„ „ Krapina „E“ . .	24·1 „
„ „ Krapina „I“ . .	32·2 „	„ „ d'Arcy . . . .	24 „
„ „ Krapina „D“ . .	29 „	„ „ de La-Naulette . .	23 „
„ „ Nowosiółka . . .	28 „	„ „ Malarnaud . . .	22 „
„ „ Krapina „G“ . .	27·5 „	„ „ Krapina „C“ . .	20 „
„ „ Krapina „F“ . .	27·4 „		

La hauteur de la mâchoire du crâne de Nowosiółka à la 2-me molaire ne dépasse donc pas les dimensions *H. primigenius*.



## Hauteur de la mâchoire à la symphyse:

Crâne de Krapina „I“ . . . . .	42·3 mm	Crâne de Krapina „F“ . . . . .	31 mm
„ „ Krapina „H“ . . . . .	40 „	„ „ La-Naulette . . . . .	31 „
„ „ Spy I . . . . .	38 „	„ „ Krapina „C“ . . . . .	29—28·5 „
„ „ Nowosiółka . . . . .	35 „	„ d'Arcy . . . . .	28 „
„ „ Krapina „E“ . . . . .	35 „	„ de Malarnaud . . . . .	26 „
„ „ Krapina „D“ . . . . .	33—30·5 „	„ „ Krapina „B“ [enfant] . . . . .	25·3 „
„ „ Krapina „G“ . . . . .	31·5—30·4 „		

La hauteur de la mâchoire du crâne de Nowosiółka à la symphyse ne dépasse donc pas les dimensions *H. primigenius*.

D'après M. Gorjanowič-Kramberger, la mâchoire inférieure de *H. primigenius* est caractérisée par sa hauteur considérable à la symphyse; de nombreux crânes diluviens ont aussi une hauteur symphysienne qui surpasse la hauteur molaire. M. Gorjanowič-Kramberger considère une structure pareille chez *H. sapiens* recens comme une variation atavique. Elle existe précisément sur le crâne de Nowosiółka.

## Indice de hauteur de la mâchoire inférieure:

Crâne de Krapina „G“ . . . . .	92·1—88·8	Crâne de Malarnaud . . . . .	84·6
„ „ Spy I . . . . .	86·8	„ „ Nowosiółka . . . . .	80
„ d'Arcy . . . . .	85·7	„ „ La-Naulette . . . . .	74·19
„ de Krapina „H“ . . . . .	85·7	„ „ Krapina „I“ . . . . .	71·3
„ „ Krapina „D“ . . . . .	84·8	„ „ Krapina „E“ . . . . .	68·8

L'indice de hauteur de la mâchoire inférieure de Nowosiółka ne dépasse donc pas la limite *H. primigenius*.

## § XXVIII. Épaisseur du corps de la mâchoire inférieure à la symphyse:

Crâne d'Ochos . . . . .	18 mm	Crâne de Nowosiółka : . . . . .	14 mm
„ d'Arcy . . . . .	15·5 „	„ „ La-Naulette . . . . .	14 „
„ de Krapina „H“ . . . . .	15·4 „	„ „ Krapina „D“ . . . . .	13·6 „
„ „ Spy I . . . . .	15 „	„ „ Krapina „C“ . . . . .	13·4 „
„ „ Krapina „I“ . . . . .	15 „	„ „ Krapina „E“ . . . . .	13·1 „
„ „ Krapina „F“ . . . . .	14·5 „	„ „ Malarnaud . . . . .	13 „
„ „ Krapina „G“ . . . . .	14·4 „		

L'épaisseur du corps de la mâchoire inférieure de Nowosiółka à la symphyse ne dépasse donc pas les dimensions *H. primigenius*.

## § XXIX. Distance des bords externes des 2-mes molaires de la mâchoire inférieure:

Crâne de Krapina „I“ . . . . .	74 mm	Crâne de Spy I . . . . .	68 mm
„ „ Krapina „C“ . . . . .	70·4 „	„ „ Krapina „H“ . . . . .	66·5 „
„ „ Nowosiółka . . . . .	70 „	„ d'Ochos . . . . .	66 „

Cette distance sur le crâne de Nowosiółka ne dépasse donc pas les dimensions *H. primigenius*.

§ XXX. Angle mandibulaire antérieur:

Crâne de Krapina „H“ . . .	106°	Crâne de Krapina „D“ . . .	94°
„ „ „ „G“ . . .	103·5°	„ „ „ „I“ . . .	94°
„ „ „ „F“ . . .	102°	„ „ La-Naulette . . .	89°
„ „ „ „C“ . . .	96·5°	„ „ Spy I . . .	84·5°
„ „ „ „E“ . . .	95°	„ „ Nowosiółka . . .	68°

L'angle mandibulaire antérieur du crâne de Nowosiółka dépasse donc les dimensions *H. primigenius*.

§ XXXI. Volume des dents.

(Voir la table à la p. 120).

Il résulte du tableau ci-dessus que le crâne de Nowosiółka possède des dents considérables dont certaines dimensions correspondent aux dimensions des dents de Krapina. Nous constatons en tout cas sur le crâne de Nowosiółka une diminution du volume des dents et une réduction du système dentaire puisque les dents de sagesse supérieures n'y ont point fait éruption. Quant au volume de ses dents le crâne de Nowosiółka approche donc de la structure *H. primigenius*.

Je présente les résultats de mes observations au sujet du crâne de Nowosiółka sous la forme du tableau suivant:

(Voir la table à la p. 121).

Ce tableau démontre que, sur 47 caractères étudiés, le crâne de Nowosiółka en possède 23 qui n'établissent aucune différence entre lui et *H. primigenius*, 11 qui le rapprochent de *H. primigenius* et 13 seulement par lesquels il diffère de *H. primigenius*. Ce résultat prouve clairement que le crâne de Nowosiółka possède à certains égards une structure tout aussi primitive que le type *H. primigenius*, et il nous permet d'établir une parenté morphologique entre ce crâne et le groupe „Spy-Néanderthal-Krapina“.

Ajoutons encore que le crâne de Nowosiółka n'appartient ni au diluvium ancien, ni même au paléolithique, mais à l'époque historique.

M. Schwalbe affirme que la race de Spy-Néanderthal n'a existé sur la terre que jusqu'au milieu du quaternaire, période où

# § XXXI. Volume des dents:

Espèce de dents	Largeur de la couronne		Corde labio-linguale		Hauteur de la couronne	
	Nowosiółka	Krapina	Nowosiółka	Krapina	Nowosiółka	Krapina
Mâchoire supérieure						
C.	8 mm	9.2-10.5	9 mm	10-11.3	10 mm	10.1
P.	6-7 mm	8-8.25	10 mm	11.35-11.4	7 mm	8-10.1
M <sub>1</sub> .	11 mm	11-13.3	12 mm	12.5-13.35	6.5-7 mm	—
M <sub>2</sub> .	10.1 mm	10-12	12-12.5 mm	11.2-14	7 mm	—
Mâchoire inférieure						
C.	7 mm	8.0-8.4	9 mm	10	10 mm	13.4
P.	7.1 mm	7.8-8.3	8.1 mm	9-10	8 mm	8.6-9
M <sub>1</sub> .	11.5 mm	11.2-13.8	11 mm	10.5-12.4	6 mm	6.5-9.4
M <sub>2</sub> .	11-11.5 mm	11.4-12.5	10.5 mm	10.6-11.4	6.5-7.5 mm	6.8-7.5
M <sub>3</sub> .	10 mm	11.1-13.6	10 mm	10-11	7 mm	—



	Le crâne de Nowosiółka ne diffère pas de la structure H. primigenius	Le crâne de Nowosiółka approche de la structure H. primigenius	Le crâne de Nowosiółka diffère de la structure H. primigenius
1) Tori supraorbitales . . . . .	×	—	—
2) Diamètre: dakryon-dakryon . . . . .	×	—	—
3) Diamètre biorbitaire interne . . . . .	×	—	—
4) Indice interorbitaire . . . . .	×	—	—
5) Diamètre biorbitaire externe . . . . .	×	—	—
6) Largeur frontale minima . . . . .	×	—	—
7) Indice fronto-biorbitaire . . . . .	×	—	—
8) Angle bregmatique . . . . .	—	×	—
9) Angle frontal . . . . .	—	—	×
10) Angle de la convexité du frontal a)). . . . .	—	—	×
11) Angle de la convexité du frontal b)). . . . .	—	—	×
12) Angle: lambda-glabelle-inion . . . . .	—	×	—
13) Diamètre nasion-brégma . . . . .	×	—	—
14) Courbe: nasion-brégma . . . . .	×	—	—
15) Indice de la convexité de la voûte frontale a)). . . . .	×	—	—
16) Indice de la convexité de la voûte frontale b)). . . . .	×	—	—
17) Diamètre glabellaire du frontal . . . . .	—	×	—
18) Diamètre cérébral du frontal . . . . .	—	—	×
19) Indice glabello-cérébral . . . . .	—	—	×
20) Angle de la saillie de la partie cérébrale du frontal . . . . .	—	—	×
21) Courbe de la partie cérébrale du frontal . . . . .	—	—	×
22) Indice de la convexité de la partie cérébrale du frontal . . . . .	×	—	—
23) Diamètre: glabelle-inion . . . . .	—	×	—
24) Indice de la position du bregma . . . . .	×	—	—
25) Indice fronto-pariétal . . . . .	×	—	—
26) Indice de la convexité des pariétaux . . . . .	×	—	—
27) Indice des pariétaux . . . . .	×	—	—
28) Longueur maxima du crâne . . . . .	—	×	—
29) Largeur maxima du crâne . . . . .	—	×	—
30) Indice céphalique . . . . .	—	×	—
31) Hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-inion . . . . .	—	—	×
32) Indice de hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-inion . . . . .	—	—	×
33) Hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-lambda . . . . .	—	—	×
34) Indice de hauteur de la voûte crânienne par rapport au diamètre: glabelle-lambda . . . . .	—	×	—
35) Angle du lambda . . . . .	—	—	×
36) Angle de l'opisthion . . . . .	—	—	×
37) Indice de la convexité de l'occipital . . . . .	—	×	—
38) Configuration de la suture zygom.-maxillaire . . . . .	×	—	—
39) Niveau de l'arcade zygomatique . . . . .	×	—	—
40) Diamètre: akathion-prosthion . . . . .	—	×	—
41) Hauteur de la mandibule à la 2-me molaire . . . . .	×	—	—
42) Hauteur de la mandibule à la symphyse . . . . .	×	—	—
43) Indice de hauteur de la mandibule . . . . .	×	—	—
44) Épaisseur du corps de la mandibule à la symphyse . . . . .	×	—	—
45) Distance des bords externes des 2-mes molaires de la mandibule . . . . .	×	—	—
46) Angle mandibulaire antérieur . . . . .	—	×	×
47) Volume des dents . . . . .	—	×	—

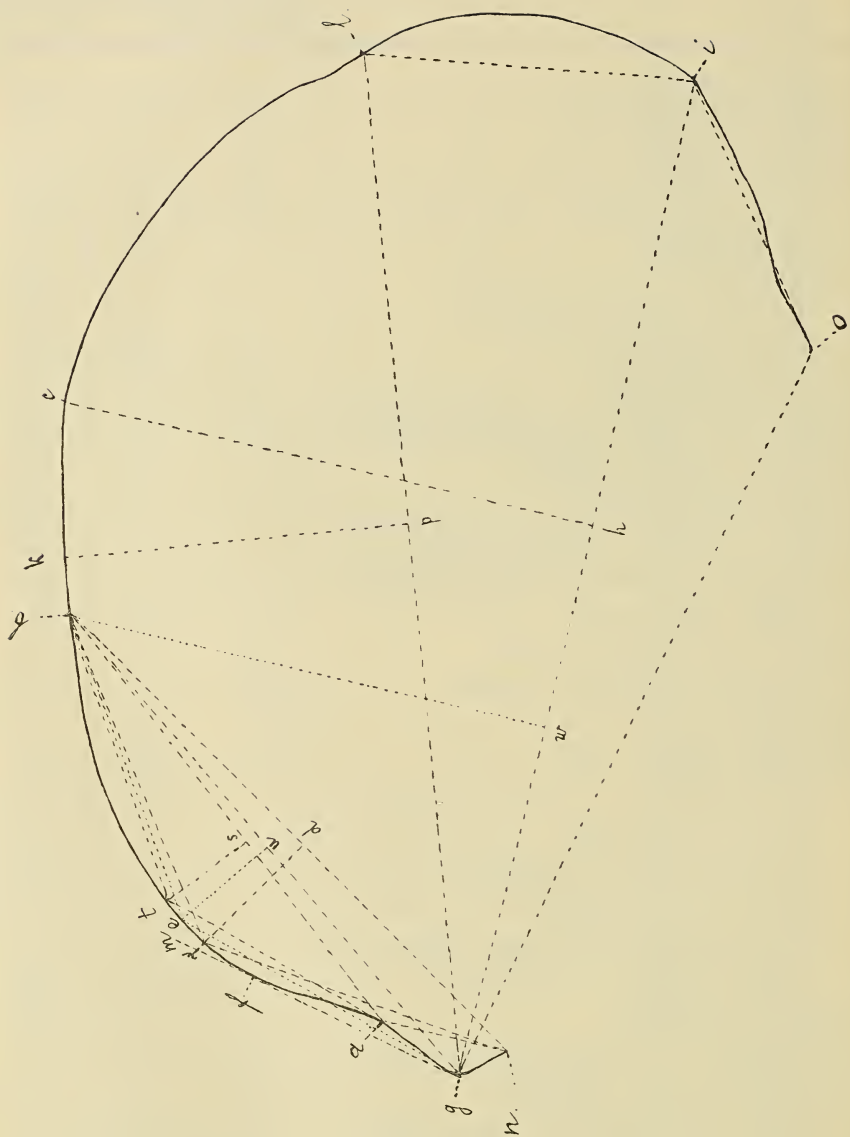


Fig. 1.

elle s'éteignit et fut remplacée par le type *H. sapiens*. Il est vrai que M. Schwalbe admet l'existence de formes transitoires entre *H. primigenius* et *H. sapiens*, mais selon lui ces formes ne possèdent pas les traits caractéristiques de *H. primigenius* et elles appartiennent probablement au diluvium moyen parce qu'elles ne dépassent guère le paléolithique.

L'analyse du crâne de Nowosiółka a démontré que parmi les nombreux caractères propres à *H. primigenius* elle en possède plu-



Fig. 2. Norma verticalis.

sieurs très importants, tels que: la présence de tori supraorbitales, un niveau bas de l'arcade zygomatique, une considérable épaisseur de la mandibule. En outre, par son angle brégmaticque le crâne de Nowosiółka approche de *H. primigenius* et par son angle frontal il se rapproche sensiblement du crâne de Brûx qui, selon M. Schwalbe, constitue à cet égard une forme transitoire entre *H. primigenius* et *H. sapiens*.





Fig. 3. Norma frontalis.

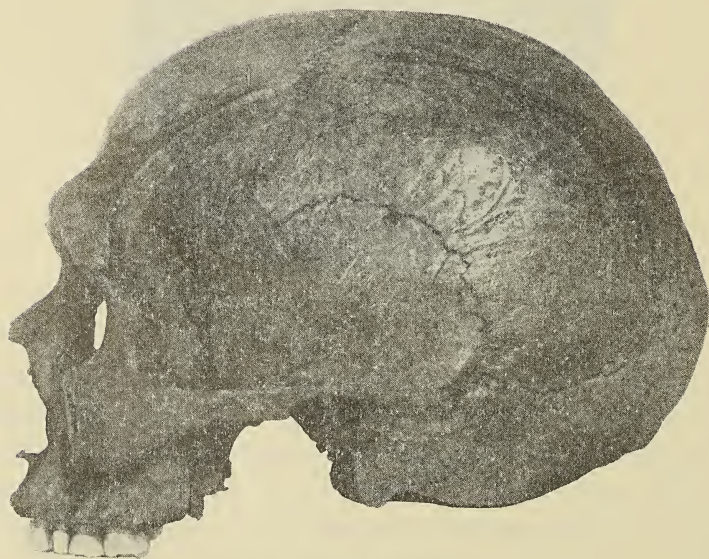


Fig. 4. Norma lateralis.

En résumé, les faits cités plus haut démontrent: I<sup>o</sup>) que des formes morphologiquement apparentées à *H. primigenius* ont existé non seulement au paléolithique, mais aussi aux époques suivantes et même à l'époque historique II<sup>o</sup>) que les formes transitoires entre *H. primigenius* et *H. sapiens* possèdent certains traits distinctifs de *H. primigenius*. Il se pourrait d'ailleurs que l'opinion de M. Schwalbe d'après laquelle *H. primigenius* n'a existé qu'au diluvium ancien, réponde à la réalité pour les contrées du sud de l'Europe où le type „Krapina-Spy-Néanderthal“ a pu ne pas dépasser le paléolithique; mais elle ne peut être appliquée à toute l'Europe. On devrait plutôt supposer que cette race a été successivement repoussée vers le nord où, par cela même, elle a pu persister bien plus longtemps que dans le sud de l'Europe.

Je joins à ce travail le contour diagraphique médian du crâne de Nowosiółka (fig. 1) et quatre photographies de ce crâne repré-

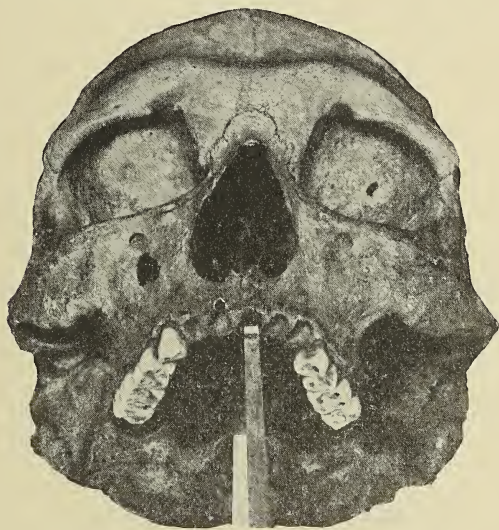


Fig. 5. Crâne de Nowosiółka.

sentant ses: norma verticalis (fig. 2), norma frontalis (fig. 3), norma lateralis (fig. 4) et une position qui permet d'apprécier l'épaisseur des tori supraorbitales et leur continuité ininterrompue (fig. 5).

Je désire exprimer mes vifs remerciements à MM.: G. Schwalbe, I. Kollmann, A. Rauber, R. Martin et K. Maška qui ont mis à ma disposition leurs précieux ouvrages. Je remercie aussi M. Z. Weyberg pour ses excellentes reproductions du crâne de Nowosiółka.

Laboratoire d'Anthropologie du Musée d'Industrie et d'Agriculture à Varsovie.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

22 Lutego 1908.







# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé)

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

M. Smoluchowski. Théorie d. mouvement d. liquides visqueux . . .	Janv. 1907
V. Humnicki. Condens. de l'acétognanamine avec l. aldéhydes . . .	Janv. 1907
M. P. Rudzki. Tremblement de terre en Calabre, 8 Sept. 1905 . . .	Janv. 1907
L. Marchlewski. Matière colorante du sang et de la chlorophylle	Févr. 1907
J. Laub. Rayons cathodiques secondaires . . . . .	Févr. 1907
J. Grzybowski. Boryslaw, monographie géologique . . . . .	Févr. 1907
A. Korczyński, L. Marchlewski. Mat. color. racines, Datisca C.	Févr. 1907
S. Zaremba. L'équation biharmonique etc. . . . .	Mars 1907
A. Bolland. Gaïac et oxyhémoglobine . . . . .	Mars 1907
L. Grabowski. Mesures au moy. de micromètres d'occultation . .	Avril 1907
L. Natanson. Théorie d. l. dispersion et de l'extinction etc. . . .	Avril 1907
H. Merczyng. Mouvement d. liquides à grande vitesse etc. . . .	Mai 1907
A. Bolland. Réaction de l'aloïne avec l'oxyhémoglobine . . . . .	Mai 1907
K. Kling. L'aldéhyde para-tolylacétique etc. . . . .	Mai 1907
M. Sadzewicz. Fatigue photo-électrique d. métaux . . . . .	Mai 1907
K. Wójcik. Blocs exotiques dans le flysch etc. . . . .	Mai 1907
T. Kozniewski, L. Marchlewski. Etudes sur la chlorophylle . . .	Juin 1907
J. Merunowicz, J. Zaleski. Les Hémines . . . . .	Juill. 1907
J. Zaleski. Méthode d. combustions élém. etc. . . . .	Juill. 1907
W. Dziewulski. Perturbations séc. d. petites planètes . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner, St. Tolłoczko. Vitesse d. dissolution d. solides, II. . .	Juill. 1907
L. Bruner, J. Dłuska. Bromuration du toluène . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner. Conductibilité él. du Br et J en solution etc. . . . .	Juill. 1907
W. Łoziński. Cavités lacustres pleistocènes etc. . . . .	Juill. 1907
Z. Thullie. Diamagnétisme. Théorie des électrons . . . . .	Juill. 1907
St. Dąbrowski. Matière colorante des urines etc. . . . .	Oct. 1907
A. Korn. Solution gén. d. problème biharmonique . . . . .	Oct. 1907
St. Niementowski. Acide anthranil. et éther benz. etc. . . . .	Oct. 1907
M. P. Rudzki. La gravité à Cracovie, S. Francisco etc. . . . .	Oct. 1907
J. Morozewicz. Composition de la néphéline . . . . .	Oct. 1907
L. Żłobicki. Radium et solutions colloïdales . . . . .	Nov. 1907
C. Zakrzewski. Analyseur elliptique à pénombre . . . . .	Nov. 1907
J. Lewiński. Dépôts jurassiques, chaîne de Sulejów . . . . .	Nov. 1907
L. Marchlewski, J. Robel. Chlorophylles . . . . .	Déc. 1907
K. Żorawski. Équations aux dériv. part. de 1 Ordre . . . . .	Déc. 1907



W. Sierpiński. Développement de l'expression $\sqrt[n]{a}$ . . . . .	Déc. 1907
M. Smoluchowski. Théorie cinét. de l'opalescence des gaz etc. . . . .	Déc. 1907
H. Merczyng. Stegmani Inst. math. libri II . . . . .	Déc. 1907
M. P. Rudzki. Remarque etc. . . . .	Déc. 1907
S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen-Trialdehyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	Janv. 1908

## B). Sciences biologiques.

W. Kudelka. Anatomie comp. d. organes d. Groseilliers . . . . .	Janv. 1907
J. Nowak. Flore fossile sénonienne de Potylicz . . . . .	Janv. 1907
H. Zapałowicz. Revue de la Flore d. l. Galicie VIII . . . . .	Févr. 1907
J. Czajkowski. Préparation artif. des sérums théér. . . . .	Févr. 1907
E. Jentys. Nature chim. et structure de l'amidon . . . . .	Mars 1907
H. Zapałowicz. Revue de la Flore d. l. Galicie IX . . . . .	Avril 1907
St. Sasaki. Microbes anaérob. d. l. tissus normaux . . . . .	Avril 1907
G. Goldfinger. Sacs lymph. d. l. membres post. d. l. Grenouille . . . . .	Avril 1907
E. Piasecki. Lois du travail musculaire volontaire . . . . .	Avril 1907
M. Konopacki. Respiration des lombrics . . . . .	Mai 1907
M. Siedlecki. Structure et cycle évolutif d. Caryotropha Mesn. . . . .	Mai 1907
E. Rosenhauch. Développement embryonn. d. l. cellule mucipare . . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Noyaux d. l. cellules d. appendices d. suspenseur etc. . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Sac embryonnaire de la capucine . . . . .	Juin 1907
W. Kulezyński. Fragmenta arachnologica, V . . . . .	Juin 1907
A. Karpiński, Br. Niklewski. Nitrification d. l. cultures impures . . . . .	Juin 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, X . . . . .	Juin 1907
S. Krzemieniewski. Etudes sur l'Azotobacter chroococc. Beij . . . . .	Juill. 1907
St. Welecki. Action phys. de la glande surrén. et de l'adrénaline . . . . .	Juill. 1907
M. Kowalewski. Etudes helminthologiques, X . . . . .	Juill. 1907
M. Raciborski. Croissance des cellules à pas . . . . .	Oct. 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, XI . . . . .	Déc. 1907
M. Raciborski. Hemmung Beweg.wachst. b. Basidiobolus . . . . .	Janv. 1908
VI. Kulezyński. Fragmenta arachnologica VI . . . . .	Janv. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 3.

MARS.

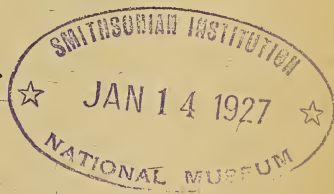
1908.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

α) Classe de Philologie,

β) Classe d'Histoire et de Philosophie,

γ) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie

sous la direction de M. **Ladislas Natanson,**

Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.



BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

- CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 3.

Mars

1908.

- 
- Sommaire:** 12. L. MARCHLEWSKI and ST. PIASECKI. A simple method for preparing phylloporphyrine.  
13. LAD. NATANSON. On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing gaseous medium, parallel to the lines of an extraneous magnetic field.  
14. J. BROWIŃSKI et S. DĄBROWSKI. Sur une méthode de dosage de la matière colorante fondamentale des urines.  
15. H. ZAPĄŁOWICZ. Revue critique de la Flore de la Galicie. XII Partie.  
16. J. MŁODOWSKA. Zur Histogenese der Skelett-Muskeln.  
17. CH. KLECKI et A. WRZOSEK. Étude expérimentale du passage dans les urines de microbes circulant dans le sang.  
18. FR. KRZYSZTAŁOWICZ et M. SIEDLECKI. Etude expérimentale de la syphilis; morphologie de *Spirochaeta pallida*.
- 

Séance du lundi 2 Mars 1908.

PRÉSIDENCE DE M. K. OLSZEWSKI.

12. *Uproszczona metoda otrzymywania filoporfiryny. — A simple method for preparing phylloporphyrine.* Mémoire de MM. L. MARCHLEWSKI m. t. et ST. PIASECKI.

The best method hitherto used for the preparation of phylloporphyrine consisted in heating phyllotaonine with an alcoholic solution of potassium hydrate to high temperatures under pressure. The preparation of phyllotaonine is however a very tedious process and although by the discovery of allophyllotaonine<sup>1)</sup> that preparation from alcachlorophyll is much simplified, as will be shown in due course, phyllotaonine is still a very costly starting material for the preparation of other chlorophyll derivatives.

Having discovered the fact that phylloporphyrine may be converted easily into a substance closely resembling haemin<sup>2)</sup> and wishing to study that substance in general more closely it was imperative to seek for a simple method of preparation of phyllo-

<sup>1)</sup> Comp. this *Bulletin* 1907, p. 616.

<sup>2)</sup> Comp. this *Bulletin* 1907, p. 57.

porphyrine. We have found such a method and wish to report upon it in this preliminary note. A strong crude chlorophyll extract is precipitated with a saturated aqueous baryumhydrate solution and the precipitate formed filtered off and washed with alcohol. After drying the precipitate is powdered, suspended in alcohol and concentrated sulphuric acid slowly added. The baryum salt of the colouring matter is decomposed by these means, baryumsulphate formed which carries down some of the free colouring matter, whereas the chief amount of the colouring matter remains in solution. Care must be taken that the filtrate obtained reacts but very feebly acid. The filtrate is next evaporated to dryness, dissolved in a 10% alcoholic solution of potassium hydrate and heated for several hours in an autoclave at a temperature of 200°. The brown solution obtained is mixed with some alcohol, heated to the boil, filtered, the filtrate acidulated with acetic acid, diluted with 4 volumes of water and shaken up with ether. The ether dissolves all the colouring matters present, whereas the aqueous layer remains nearly colourless. The ethereal solution is next shaken up with a 5% solution of hydrochloric acid which extracts from it the greater part of the colouring matters. The hydrochloric acid solution is next treated with an excess of sodium acetate whereby the colouring matters are precipitated in the form of a brownish red powder. The whole is shaken up with ether and the ethereal solution, after being filtered, treated again with hydrochloric acid, but this time with a much weaker solution, namely one containing 1% HCl. Phylloporphyrine goes into this solution easily and may be precipitated from it by sodium acetate and extracted with ether. The ethereal solution obtained is next evaporated and the residue crystallized twice from alcohol. In this manner a substance is obtained which does not differ optically from phylloporphyrine obtained from phyllotaonine. Whether it is quite free from any impurities and identical with phylloporphyrine obtained from phyllotaonine remains to be seen. An analysis gave 74.11% C, 7.39% H and 10.45% N.

The crystals were very kindly examined by prof. Morozewicz to whom we owe the following description of them. Elongated plates (about 4 times as long as broad), at the end pointed symmetrically. They do not show pleochroism. The axis of smaller optical elasticity is parallel to the length of the crystals. Double refraction developed to a small degree. The interference colour is violet. Sup-

posing that the flat face of the crystals is (100), one may expect the following combinations: (Ok1) and (010).

- 
13. *O eliptycznej polaryzacji światła przechodzącego, przez ciało gazowe pochłaniające, równoległe do linii zewnętrzznego pola magnetycznego.* — *On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing gaseous medium, parallel to the lines of an extraneous magnetic field.* Note de M. **LADISLAS NATANSON** m. t.

The magnetic rotation, in *gaseous* bodies, of the plane of polarization of linearly polarized light was discovered by Kundt and Röntgen, and independently by H. Becquerel, in 1879; a very complete study of this, the normal Faraday effect in gaseous bodies was published by Mr L. H. Siertsema<sup>1</sup>). In 1898, however, the important discovery was made by Messrs Macaluso and Corbino<sup>2</sup>) that the rotation assumes unusually large values in the neighbourhood of an absorption band. The earliest systematic measurements of this effect were made for Sodium vapour, in the vicinity of the *D*-lines, by Mr J. J. Hallö<sup>3</sup>); an extended series of experiments is also due to Professor R. W. Wood<sup>4</sup>) of the Johns Hopkins University and another to Mr L. Geiger<sup>5</sup>) working in the Göttingen Laboratory. The theory of the phenomenon was developed by W. Voigt<sup>6</sup>), by J. Larmor<sup>7</sup>), P. Drude<sup>8</sup>) and H. A. Lorentz<sup>9</sup>). From an exhaustive examination of the agreement existing between observed fact and the various proposed forms

<sup>1</sup>) *Archives Néerlandaises* (2) Vol. 2., p. 291. 1899.

<sup>2</sup>) *Comptes Rendus* Vol. 127, p. 548. 1898.

<sup>3</sup>) *Archives Néerlandaises* (2) Vol. 10., p. 148. 1905.

<sup>4</sup>) *Philosophical Magazine* (6) Vol. 10., p. 408. 1905; *ibidem* (6) Vol. 14., p. 145. 1907.

<sup>5</sup>) *Annalen der Physik*, Bd. 23., p. 758. 1907; *ibidem*, Bd. 24., p. 597. 1907.

<sup>6</sup>) *Wiedemann's Annalen*, Bd. 67, p. 345. 1899; *ibidem* Bd. 68, p. 352. 1899.

<sup>7</sup>) *Aether and Matter*, Cambridge 1900.

<sup>8</sup>) *Lehrbuch der Optik*: 1 Auflage, Leipzig 1900; 2 Auflage, Leipzig 1906.

<sup>9</sup>) *Rapports présentés au Congrès Int. de Physique réuni à Paris* Vol. III. p. 15. 1900. *Kon. Akad. v. Wet. te Amsterdam, Proceedings, Meeting of Dec.* 30. 1905.



of theory we can expect to derive some insight into the molecular mechanism of the magneto-rotatory power; I hope I shall be able to revert to this subject in a subsequent paper. In the following pages I intend to consider a particularity of the phenomenon which I thought would be of interest to examine more closely than has hitherto been done.

§ 1. It will be proper to commence with the consideration of a simple kinematical proposition. Suppose a right-handed circularly polarized wave, of amplitude  $a_1$ , propagated with velocity  $c_1$  in the direction of  $z$ :

$$(1a) \quad \xi_1 = a_1 \cos n \left( t - \frac{z}{c_1} \right)$$

$$(1b) \quad \eta_1 = -a_1 \sin n \left( t - \frac{z}{c_1} \right)$$

and a left-handed circularly polarized wave, of amplitude  $a_2$ , travelling with velocity  $c_2$  in the same direction:

$$(2a) \quad \xi_2 = a_2 \cos n \left( t - \frac{z}{c_2} \right)$$

$$(2b) \quad \eta_2 = a_2 \sin n \left( t - \frac{z}{c_2} \right).$$

The superposition of the two waves gives an elliptic vibration

$$(3a) \quad \xi = a \cos n(t - \alpha)$$

$$(3b) \quad \eta = b \cos n(t - \beta);$$

here:

$$(4a) \quad a \cos n\alpha = a_1 \cos \frac{nz}{c_1} + a_2 \cos \frac{nz}{c_2}$$

$$(4b) \quad a \sin n\alpha = a_1 \sin \frac{nz}{c_1} + a_2 \sin \frac{nz}{c_2}$$

$$(4c) \quad b \cos n\beta = a_1 \sin \frac{nz}{c_1} - a_2 \sin \frac{nz}{c_2}$$

$$(4d) \quad b \sin n\beta = -a_1 \cos \frac{nz}{c_1} + a_2 \cos \frac{nz}{c_2}.$$

It follows that if we put

$$(5) \quad \theta = nz \left( \frac{1}{c_1} - \frac{1}{c_2} \right)$$

we have

$$a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2 a_1 a_2 \cos \theta \quad (6a)$$

$$b^2 = a_1^2 + a_2^2 - 2 a_1 a_2 \cos \theta. \quad (6b)$$

Let

$$D = n (\alpha - \beta); \quad (7)$$

by a well-known proposition, the angle  $\psi$  which the principal axes of the ellipse make with the coordinate axes  $x, y$  is given by the equation

$$\operatorname{tg} 2\psi = \frac{2ab \cos D}{a^2 - b^2}. \quad (8)$$

Now from (7) and (4) we obtain

$$ab \cos D = 2 a_1 a_2 \sin \theta \quad (9)$$

and from (6):

$$a^2 - b^2 = 4 a_1 a_2 \cos \theta \quad (10)$$

Combining (8), (9), (10) we find

$$\operatorname{tg} 2\psi = \operatorname{tg} \theta. \quad (11)$$

The same results, evidently, would have been obtained if we had conceived the vibration represented by (3) as the resultant of the two following

$$\xi_1 = a_1 \sin n \left( t - \frac{z}{c_1} \right) \quad \xi_2 = a_2 \sin n \left( t - \frac{z}{c_2} \right) \quad (12a)$$

$$\eta_1 = a_1 \cos n \left( t - \frac{z}{c_1} \right) \quad \eta_2 = -a_2 \cos n \left( t - \frac{z}{c_2} \right). \quad (12b)$$

If  $\alpha$  and  $\ell$  are the semi-axes of the ellipse, it is easy to show that the following relations will hold:

$$\frac{a^2 + b^2}{a^2 b^2} = \frac{\alpha^2 + \ell^2}{\alpha^2 \ell^2} \sin^2 D \quad (13)$$

and

$$a^2 + b^2 = \alpha^2 + \ell^2. \quad (14)$$

Eliminating  $D$  between (13), (14) and (8) we obtain

$$\frac{s^2 (1 + r^2)^2}{r^2 (1 + s^2)^2} + \frac{(1 - r^2)^2 \operatorname{tg}^2 2\psi}{4 r^2} = 1 \quad (15)$$

where  $s = \ell/a$  and  $r = b/a$ ; or, what is the same thing,

$$(16) \quad \frac{1+r^2}{1-r^2} = \pm \frac{1+s^2}{1-s^2} \sec 2\psi.$$

Writing now  $u$  for the ratio  $a_2/a_1$  (or for the inverse ratio  $a_1/a_2$ ) we conclude from (6) that

$$(17) \quad u^2 - 2u \frac{1+r^2}{1-r^2} \cos \theta + 1 = 0.$$

Making use of (11) and (16):

$$(18) \quad u^2 \mp 2u \frac{1+s^2}{1-s^2} + 1 = 0.$$

If we confine ourselves to values of  $u$  and  $s$  included between 0 and 1 we can write

$$(19) \quad u = \frac{1-s}{1+s}.$$

§ 2. In order to test the results so far obtained let us go back to (§), § 1. Suppose a new system of coordinate axes  $x', y'$  be introduced, inclined at angle  $\Psi$  to the original axes  $x, y$ ; and let

$$(1) \quad \begin{aligned} \xi' &= A \cos n(t - \mu) \\ \eta' &= B \cos n(t - \nu) \end{aligned}$$

Then it is easily verified that

$$(2a) \quad A^2 = a^2 \cos^2 \Psi + b^2 \sin^2 \Psi + 2ab \sin \Psi \cos \Psi \cos D$$

$$(2b) \quad B^2 = a^2 \sin^2 \Psi + b^2 \cos^2 \Psi - 2ab \sin \Psi \cos \Psi \cos D.$$

If we assume as a particular case  $\Psi = \psi$  we have

$$(3) \quad A = a \quad \text{and} \quad B = \ell.$$

With the help of (6), (8) and (11) in § 1. we thus obtain

$$(4) \quad \alpha^2 = (a_1 \pm a_2)^2; \quad \ell^2 = (a_1 \mp a_2)^2$$

and this is in conformity with our previous result.

If we take  $a_1 = a_2$ , the motion will be a simply periodic linear oscillation; it becomes circular when

$$(5) \quad a_1 = 0 \quad \text{or} \quad a_2 = 0.$$



§ 3. We now proceed to consider the effect which an extra-neous magnetic field impresses on a wave propagated through it. Suppose a uniform magnetic field, of strength  $\chi$ , the lines of force being parallel to the axis of  $z$ . The equations of motion of an electron vibrating in a molecule<sup>1)</sup> are now

$$\ddot{\xi} + 2k\dot{\xi} + n_0^2 \xi = \frac{e}{m} (E_x + \tilde{\omega} P_x) + \frac{e}{mc} \chi \dot{\eta} \quad (\text{Ia})$$

$$\ddot{\eta} + 2k\dot{\eta} + n_0^2 \eta = \frac{e}{m} (E_y + \tilde{\omega} P_y) - \frac{e}{mc} \chi \dot{\xi}. \quad (\text{Ib})$$

We assume as a solution

$$\xi = \xi_0 \varepsilon^{int}; \quad \eta = \eta_0 \varepsilon^{int}. \quad (1)$$

Writing for brevity

$$n_0^2 - n^2 + 2kn\iota = R; \quad \frac{e}{mc} \chi n = S; \quad \frac{e}{mc} = \gamma \quad (2)$$

we obtain

$$\xi = \frac{\gamma c}{R^2 - S^2} \{ R (E_x + \tilde{\omega} P_x) + \iota S (E_y + \tilde{\omega} P_y) \} \quad (3a)$$

$$\eta = \frac{\gamma c}{R^2 - S^2} \{ R (E_y + \tilde{\omega} P_y) - \iota S (E_x + \tilde{\omega} P_x) \}. \quad (3b)$$

Let

$$V = \sum \frac{\gamma c e N R}{R^2 - S^2}; \quad W = \sum \frac{\gamma c e N S}{R^2 - S^2}. \quad (4)$$

From (3) and (4) we deduce

$$P_x = (E_x + \tilde{\omega} P_x) V + \iota (E_y + \tilde{\omega} P_y) W \quad (5a)$$

$$P_y = (E_y + \tilde{\omega} P_y) V - \iota (E_x + \tilde{\omega} P_x) W. \quad (5b)$$

Consider a right-handed circularly polarized wave and a left-handed circularly polarized wave. By a well-known proposition

$$P_y = \pm \iota P_x; \quad E_y = \pm \iota E_x; \quad (6)$$

here, and in all cases below, the upper sign refers to the right-

<sup>1)</sup> See, in the *Bulletin Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie*, Cl. d. Sc. M. et Nat., for April 1907, p. 316, a paper on the Electromagnetic Theory of Dispersion and Extinction.

handed circularly polarized wave and the lower sign to the left-handed circularly polarized wave. Hence equations (5) take the form

$$(7) \quad \frac{P_x}{E_x} = \frac{P_y}{E_y} = \frac{V \mp W}{1 - \hat{\omega}(V \mp W)}.$$

§ 4. To make further progress, let us go back to the Maxwell-Lorentz fundamental field-equations. As in the paper quoted above<sup>1)</sup> we leave out of account the conduction current and (in the notation of the paper alluded to) we assume:

$$(1) \quad E_z = 0 \quad H_z = 0 \quad P_z = 0.$$

We also suppose that the components

$$(2) \quad E_x, E_y, H_x, H_y, P_x \text{ and } P_y$$

all contain the factor

$$(3) \quad \exp. \iota n \left\{ t - \left( \frac{\nu - \iota z}{c} \right) z \right\}.$$

The field equations are satisfied provided that

$$(II) \quad (\nu - \iota z)^2 - 1 = 4\pi \frac{P_x}{E_x} = 4\pi \frac{P_y}{E_y}.$$

We have a plane, transverse wave, propagated in the direction of the axis of  $z$ ;  $z$  may be called the coefficient of extinction and  $\nu$  corresponds to the refractive index in transparent bodies.

Let us apply these results to the case, considered in § 3., of two opposite circular vibrations. Going back to (7) of § 3., we have for the two waves the equations

$$(4) \quad (\nu - \iota z)^2 - 1 = \frac{4\pi(V \mp W)}{1 - \hat{\omega}(V \mp W)}.$$

From (4) and (2), § 3., we deduce

$$(5) \quad V \mp W = \mathcal{A} - \iota \mathcal{B}$$

where

$$(IIIa) \quad \mathcal{A} = \sum \frac{\gamma c e N (n_0^2 - n^2 \pm \gamma \chi n)}{(n_0^2 - n^2 \pm \gamma \chi n)^2 + 4k^2 n^2}$$

$$(IIIb) \quad \mathcal{B} = \sum \frac{\gamma c e N \cdot 2kn}{(n_0^2 - n^2 \pm \gamma \chi n)^2 + 4k^2 n^2}.$$

<sup>1)</sup> Cf. *Bulletin Int.* for April 1907, p. 317.

Writing

$$\partial \mathcal{H} = 1 - 2 \tilde{\omega} \mathcal{A} + \tilde{\omega}^2 (\mathcal{A}^2 + \mathcal{B}^2) \quad (\text{IV})$$

we obtain from (4) and (5) the two pairs of equations

$$\nu^2 - \kappa^2 - 1 = \frac{4\pi}{\partial \mathcal{H}} \{ \mathcal{A} - \tilde{\omega} (\mathcal{A}^2 + \mathcal{B}^2) \} \quad (\text{Va})$$

$$2 \nu \kappa = \frac{4\pi}{\partial \mathcal{H}} \mathcal{B}. \quad (\text{Vb})$$

We will write  $\nu_1, \kappa_1, \mathcal{A}_1, \mathcal{B}_1$  and  $\partial \mathcal{H}_1$  for the right-handed circularly polarized wave and  $\nu_2, \kappa_2, \mathcal{A}_2, \mathcal{B}_2$  and  $\partial \mathcal{H}_2$  for the left-handed circularly polarized wave. These quantities are now subject to mathematical conditions identical in form with those satisfied by the  $\nu, \kappa, \mathcal{A}, \mathcal{B}$  and  $\partial \mathcal{H}$  of a medium free from extraneous magnetic force<sup>1)</sup>; so that many of the results proved in §§ 6. and 7. of the paper quoted above have also an application in our present case. For example, if we assume  $k=0$  for all classes of electrons present, we obtain Lorentz' theorem modified into the type —

$$\frac{\nu^2 - 1}{\nu^2 + 2} = \frac{4}{3} \pi \mathcal{A} \quad \text{with} \quad \mathcal{A} = \sum \frac{\gamma c e N}{n_0^2 - n^2 \pm \gamma \chi n}. \quad (6)$$

From this it follows

$$\nu_1 - \nu_2 = \frac{4\pi (\nu_1^2 + 2)(\nu_2^2 + 2)(\mathcal{A}_1 - \mathcal{A}_2)}{9(\nu_1 + \nu_2)}. \quad (7)$$

If we suppose that  $\nu_1$  and  $\nu_2$  are but slightly different from unity, we get from (7) approximately

$$\nu_1 - \nu_2 = -4\pi c \chi n \sum \frac{\gamma^2 e N}{(n_0^2 - n^2)^2 - \gamma^2 \chi^2 n^2}. \quad (8)$$

Therefore the quantity, say  $\mathcal{R}$ , defined by (see (5), § 1)

$$\mathcal{R} = \frac{\frac{1}{2}\theta}{z\chi} \quad (9)$$

will be found to have the value

$$\mathcal{R} = -2\pi n^2 \sum \frac{\gamma^2 e N}{(n_0^2 - n^2)^2 - \gamma^2 \chi^2 n^2} \quad (10)$$

<sup>1)</sup> Cf. *Bulletin Int.* for April 1907, p. 321 and 322.



or, in terms of wave-lengths,

$$(11) \quad \mathfrak{R} = -\frac{1}{2\pi c^2} \sum \frac{\gamma^2 e N \lambda_0^4 \lambda^2}{(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2 - \mathfrak{P}^2 \lambda_0^4 \lambda^2}$$

where  $\mathfrak{P} = \gamma \chi / 2\pi c$ .

§ 5. In the paper alluded to we considered the behaviour of a «mono-electronic» body, supposed to contain only *one* class of movable electrons. As an example of the application of the foregoing general formulae let us suppose we are dealing with such a substance. With this assumption it follows from equations (III), (IV) and (V) of § 4., that if we take

$$(1) \quad n_0^2 - n^2 \pm \gamma \chi n - \hat{\omega} \gamma c e N = 4\pi \gamma c e N \mathfrak{P}$$

$$(2) \quad 2kn = 4\pi \gamma c e N \mathfrak{Q}$$

then the following relations hold —

$$(3a, b) \quad v^2 - z^2 - 1 = \frac{\mathfrak{P}}{\mathfrak{P}^2 + \mathfrak{Q}^2}; \quad 2vz = \frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}^2 + \mathfrak{Q}^2}.$$

Thus

$$(4) \quad 2z^2 = \sqrt{\left(1 + \frac{\mathfrak{P}}{\mathfrak{P}^2 + \mathfrak{Q}^2}\right)^2 + \left(\frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}^2 + \mathfrak{Q}^2}\right)^2} - \left(1 + \frac{\mathfrak{P}}{\mathfrak{P}^2 + \mathfrak{Q}^2}\right).$$

This is the exact expression which must be used for the calculation of  $z$ . In some cases however, we shall find it more convenient to have recourse to an approximate expression. Let us suppose  $\mathfrak{Q}$  great in comparison to unity and  $\mathfrak{P}$  small in comparison to  $\mathfrak{Q}$ . Then, to a first approximation,

$$(5) \quad 2z = \frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}^2 + \mathfrak{Q}^2}.$$

Writing now  $z_1$  for the right-handed circularly polarized wave and  $z_2$  for the left-handed circularly polarized wave (see § 4.) we obtain from (1), (2) and (5)

$$(6) \quad z_1 - z_2 = -\frac{16\pi \chi \gamma^2 c e N k n^2 l}{(G_1^2 + 4k^2 n^2)(G_2^2 + 4k^2 n^2)},$$

where

$$(7) \quad F = n_0^2 - n^2 - \hat{\omega} \gamma c e N$$

$$(8) \quad G_1 = F + \gamma \chi n$$

$$(9) \quad G_2 = F - \gamma \chi n.$$

As is well known, from the sign of the Faraday and the Zeeman effect we can infer that (at least) *certain* spectral lines, the *D*-lines of Sodium for example, are due to the electromagnetic activity of *negatively* charged corpuseles. In such cases the value of  $e$  is negative; hence by formula (6) it is evident that the sign of the difference

$$\kappa_1 - \kappa_2 \quad (10)$$

depends solely upon the sign of the quantity  $F$  defined by equation (7).

§ 6. It now remains for us to collect the results of the foregoing considerations. Going back to equation (3) of § 4., we see that the amplitudes of the right-handed circularly polarized wave and of the left-handed circularly polarized wave, denoted by  $a_1$  and  $a_2$  in §§ 1. and 2., are

$$a_1 = a_0 \cdot \exp\left(-\frac{2\pi\kappa_1 z}{\lambda}\right); \quad a_2 = a_0 \cdot \exp\left(-\frac{2\pi\kappa_2 z}{\lambda}\right), \quad (1)$$

$a_0$  being the amplitude of the original linearly polarized wave.

Let us write

$$g = \hat{\omega} \gamma c e N / n_0^2; \quad (2)$$

thus  $g$  is identical with the quantity denoted by the same symbol in the paper *On the Electromagnetic Theory of Dispersion etc.* quoted above<sup>1)</sup>. Two cases have now to be examined:

1. Suppose:  $\lambda < \lambda_0 / \sqrt{1 - g}$ ; then:  
 $F < 0$ ;  $\kappa_1 < \kappa_2$ ;  $a_1 > a_2$
2. Suppose:  $\lambda > \lambda_0 / \sqrt{1 - g}$ ; in this case:  
 $F > 0$ ;  $\kappa_1 > \kappa_2$ ;  $a_1 < a_2$ .

From §§ 1. and 2. we conclude that in both cases we are entitled to assume

$$s = \frac{t}{\alpha} = \frac{1 - \exp(-2\pi\Delta z/\lambda)}{1 + \exp(-2\pi\Delta z/\lambda)} \quad (3)$$

where  $\Delta$  stands for the absolute value of the difference  $\kappa_1 - \kappa_2$ ; this value can be calculated with the help of equation (6), § 5.

<sup>1)</sup> *Bulletin Int.* for April 1907, p. 324.

The direction of revolution in the ellipse is easily seen to depend upon the sign of the quantity  $ab \sin D$ . Now from (4) and (7), § 1., it follows that

$$(4) \quad ab \sin D = a_1^2 - a_2^2;$$

hence, on the opposite sides of wave-length

$$(5) \quad \lambda_0/\sqrt{1-g}$$

in the spectrum, the revolution will be in opposite directions.

Equation (3) of this article seems to embody a remarkable result. If we could evaluate the magnitude of the coefficient  $k$  we see from (3) that we would be enabled to calculate the ratio of the semi-axes  $\ell/\alpha$  for light polarized elliptically under the influence of a magnetic field, the wave-length of light being supposed to be nearly the same as that in the middle of an absorption line<sup>1</sup>). And conversely, from an exact determination of the value of  $\ell/\alpha$  in this case we can expect to derive a considerable amount of guidance as to the nature and magnitude of that important constant, the dissipation coefficient  $k$ .

§ 7. In deducing formula (i) of § 5., we have supposed that the value of  $\mathcal{P}$  is small. This restricts us to magnetic fields which are, from an experimental point of view, weak or (at most) moderately strong. If the impressed magnetic field is of considerable intensity, formula (6) of § 5. cannot be applied; we have to revert in this case to the exact expressions (3) and (4) of § 5.

To take an example: let us fix our attention on the point

$$(1) \quad \lambda = \lambda_0/\sqrt{1-g}$$

in the spectrum and let us examine the behaviour, at this point, of the substance considered, in a strong magnetic field  $\chi$ . We have then

$$(2) \quad F = 0.$$

Hence if we put

$$(3) \quad H = \chi n/4\pi ceN$$

<sup>1</sup>) An effect of this kind was actually observed by Macaluso and Corbino; however, so far as the writer is aware, a quantitative study of the ellipticity produced has not hitherto been made, at least not in the case of gaseous bodies (see R. W. Wood. *Phil. Mag.* for February 1908, page 273).



we obtain at this particular point

$$\mathcal{P}_1 = +II; \quad \mathcal{P}_2 = -II. \quad (4)$$

On comparison with equations (3b) of § 5. it appears that

$$\nu_1 z_2 = \nu_2 z_1. \quad (5)$$

Hence from equations (3a) of § 5. we derive

$$z_2^2 - z_1^2 = \frac{z_1^2 + z_2^2}{z_1^2 + z_2^2 + 1} \cdot \frac{II}{II^2 + Q^2}. \quad (6)$$

Equation (6) shows that at the point we have selected

$$z_2 < z_1 \quad \text{and accordingly} \quad a_2 > a_1. \quad (7)$$


---

14. *Metoda ilościowego określania podstawowego barwika moczu. — Sur une méthode de dosage de la matière colorante fondamentale des urines.* Note de MM. **J. BROWIŃSKI** et **S. DĄBROWSKI**, présentée par M. L. Marchlewski m. t.

Les moyens indirects employés par l'un de nous pour doser la matière colorante fondamentale des urines reposent sur ce fait que l'urochrome est précipité par le sulfate de cuivre additionné de bisulfite de soude et par l'acétate de cuivre, mais n'est pas entraîné par l'azotate d'argent ammoniacal, réactif de précipitation caractéristique pour les corps puriques<sup>1)</sup>. Comme ces moyens indirects de dosage comparatif par les méthodes: cuivrique et argentique sont d'un emploi long et minutieux, nous avons tâché d'établir une méthode immédiate pour doser l'urochrome.

L'urochrome est un corps facilement altérable; ceci résulte de ses propriétés réductrices<sup>2)</sup>. Entre autres, ce corps réduit l'acide iodique; l'iode dégagé est facilement extrait à son tour par le sulfure de carbone et peut être dosé par une solution titrée d'hypo-sulfite de sodium.

<sup>1)</sup> S. Dombrowski. Über die Ausscheidung von Urochrom im Harn von gesunden Menschen sowie in einigen Krankheitsfällen. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 54, p. 390.

<sup>2)</sup> Bulletin Intern. de l'Acad. d. Sciences de Cracovie, Cl. des Sc. M. et N., Octobre 1907, p. 811.

A cet effet, la solution aqueuse de l'urochrome est placée dans une boule à robinet de verre (lubrifié avec de la glycérine) dans laquelle on a mis préalablement du sulfure de carbone; on ajoute alors de l'acide iodique en solution aqueuse en excès, démontré par le virement au bleu du papier rouge de Congo. La réduction de l'acide iodique par l'urochrome ayant eu lieu, l'iode se dégage et s'épuise graduellement par le sulfure de carbone que l'on agite constamment. Le sulfure de carbone est décanté et remplacé par une nouvelle quantité de ce dissolvant jusqu'à ce qu'une dernière portion de sulfure de carbone ne se colore plus après agitation.

On a trouvé que 4 à 6 heures suffisent pour atteindre la fin de la réduction de l'acide iodique par l'urochrome; quatre lavages par le sulfure de carbone épuisent complètement l'iode dégagé.

Le sulfure de carbone, recueilli dans une autre boule à robinet, est lavé soigneusement à l'eau pour enlever toute trace d'acide iodique; le sulfure de carbone ainsi lavé est décanté dans un flacon à l'émeri. On dose ensuite directement l'iode dissous à l'aide d'une solution  $\frac{N}{100}$  d'hyposulfite de sodium qu'on verse peu à peu dans le flacon en agitant jusqu'à décoloration complète du sulfure de carbone.

Pour obtenir l'urochrome des urines on a employé comme réactif de précipitation l'acétate de cuivre à froid. A cet effet, 800 à 1000 cc. d'urine, déféqués préalablement par le lait de chaux et la baryte ou par la solution d'acétates alcalino terreux en liqueur ammoniacale <sup>1)</sup>, sont additionnés d'acétate de cuivre à froid. Le précipité cuivrique de l'urochrome déposé pendant 24 heures est recueilli, lavé soigneusement à l'eau et décomposé au moyen d'hydrogène sulfuré à 50°; le filtrat, chauffé sous pression réduite dans une atmosphère d'acide carbonique et privé de toute trace d'hydrogène sulfuré, est évaporé dans le vide à un volume connu (de 150 à 200 cc.). La solution urochromique est prête alors pour le dosage.

Le pouvoir réducteur de l'urine fraîche (par rapport à l'acide iodique) dépasse de 2.5 à 3 fois celui de l'urochrome obtenue de la même urine par la méthode cuivrique; mais quand l'urine fraîche se trouve privée d'acide urique au moyen de chlorure d'ammonium

<sup>1)</sup> Bulletin Intern. de l'Acad. d. Sciences de Cracovie, Octobre 1907, p. 798 et 806.

(méthode de Hopkins), son pouvoir réducteur exprimé par la quantité d'iode dégagé de l'acide iodique égale celui de l'urochrome. Cette observation peut simplifier la méthode iodométrique de dosage de l'urochrome pour l'usage clinique.

Pour pouvoir calculer la quantité d'urochrome de la quantité d'iode titré, on a déterminé la valeur réductrice de la matière colorante jaune des urines obtenue à l'état libre.

On a trouvé que 1 gr. d'urochrome libre, purifiée par la dissolution dans l'alcool à 95° centésimaux, dégage de l'acide iodique 0.1319 gr. d'iode. Puisque le colorant en question contient 11.15% d'azote<sup>1)</sup>, la quantité d'iode multipliée par 0.8452 exprime la quantité d'azote urochromique.

Le dosage de l'urochrome dans 15 cas d'urines normales et pathologiques nous a amené aux conclusions suivantes: la quantité de la matière jaune fondamentale des urines varie dans les urines normales de 0.37 à 0.69 gr. en 24 heures et dépend du régime alimentaire. La quantité d'urochrome éliminée en 24 h. ne dépasse pas 0.5—0.7 gr. chez l'homme soumis à l'alimentation mixte; elle tombe à 0.3—0.4 gr. avec le régime lacté exclusif et atteint 1.2 gr. avec le régime exclusivement carné.

Au cours des maladies, et spécialement à l'apogée de la fièvre typhoïde, le malade étant soumis au régime sucré strict, la quantité d'urochrome monte autant dans sa valeur absolue calculée pour 24 heures que dans le rapport de son azote à l'azote total.

Laboratoire de Chimie biologique de la Faculté de Médecine de l'Université de Lwów (Léopol).

15. *Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XII. — Revue critique de la flore de la Galicie. XII partie.*  
Mémoire de M. **HUGO ZAPŁOWICZ** m. c.

L'auteur communique la suite de son travail comprenant les familles des Platanaceae, Berberidaceae et presque la moitié des espèces de la famille des Ranunculaceae. Parmi les nouveautés, signalons *Delphinium nacladense* et les formes hybrides bien intéressantes: *Aconitum cammarum* × *napellus* et *A. napellus* × *paniculatum*.

<sup>1)</sup> Ibid. p. 809.



*Delphinium nacladense* n. (D. elatum var. alpinum et var. montanum Simk. Fl. Transs. 1886 p. 60, evidenter partim saltem huc pertinent). Exempla in statu deflorenti et maturo lecta, 47—60 cm alta; caulis firmus superne cum pedicellis subglanduloso hirtulus; folia petiolis subaequilonga, compacta, partim saltem fere laete viridia. inferiora ac media ambitu subrotunda 8—12 cm lata, palmato 5—7 fida, fissurae minus profundae  $\frac{3}{4}$  vel  $\frac{2}{3}$  longitudinis folii tantum attingentes, laciniae leviter trilobae parce inciso dentatae partim subintegrae, vel folia in var. pietrosuano profundius fissa ac lobata; folia margine pubescentia vel ciliata, subtus in nervis pilosula; flores pulchre azurei, in racemo 7—15 cm longo denso, rarius laxifloro; bracteolae anguste lineares circ. 0.5 mm latae; sepalia quatuor inferiora inaequalia partim subrhombaeo vel oblique ovata 12—14 mm longa 8.5—10 mm lata obtusa, partim oblonga 14—15.5 mm longa 6.5—7 mm lata, apicem versus sensim rarius fere subito angustata ipso apice obtusa; sepalum superius cum calcar, 13—18 mm longo recto vel paulo arcuato, 25—31 mm raro (Pietrosu) 35 mm longum, lamina ovata 12—14 mm longa 9—10 mm lata, raro 17 mm longa, apice fere subito angustata obtusa; petala duo superiora cum calcar, 15—20 mm longo, 24—28 mm longa, lamina apice plerumque bidentata vel emarginata; petala duo inferiora 10—11 mm longa, lamina biloba. lobis integris vel emarginatis, in facie superiore flavo barbata; filamenta basi 0.8—1 mm lata sursum sensim angustata, ovaria tria; folliculi maturi semper parvi, eis D. elati et D. alpini manifeste vel dimidio breviores 6 (5.5)—7.5 ad 9.5 mm longi, in rostrum rectum 2.5—3.5 mm longum fere abrupte contracti, folliculi aequae ac ovaria dense vel sparse subglanduloso hirtuli rarius plus minusve glabri; semina 2—2.5 mm longa, angulata, testa lateribus in alas numero 3—4 mebranaceas ad 0.3 mm latas, saepe etiam basi in alam horizontalem, producta.

In calcareis regionis alpinae inferioris Carpatorum Pocutiae: Budyowska Wielka 1540 m, Czywezyn 1500—1600 m, Ihnatiesa 1360—1610 m et Marmarossiae: Piatra Nacladu prope Koman 1380 m hic copiose, a me lectum.

*for. elegans*: exempla ad 1.28 m alta, folia plus minus laete viridia ad 14—15 cm lata, racemus subdensiflorus 17 cm longus, vel elongatus magis sparsiflorus 37—42 cm longus inferne ramosus ramis elongatis stricto adscendentibus, folliculi maturi paulo longiores 9—11 mm longi.

Piatra Nacladu.

*var. pietrosuanum m.* Caulis superne subglanduloso hirtulus vel pubescens; folia ad 10—12 cm lata, profundius fissa et profundius lobata ac dentata, subtus pilosula supra plus aut minus sparse pilosula; cet. ut in for. genuina.

In calcareis montium Marmarossiae: Pietrosu in Alpibus Rodnensis in valle versus septentrionem sub apice montis sito 1660—1700 m, Ciarcanu 1700—1740 m, a me lectum.

Species memorabilis, quae a *D. elato*, *D. alpino* et varietatibus eorum sepalis brevissimis et folliculis minimis plerumque hirtulis etc optime distinguitur.

*Aconitum cammarum* × *napellus*. *A. Berdau m.* Exemplum quatuor, e Tatris; unum completum e Podspady defloratum 1·20 m altum, cum racemo laxifloro basi paulo ramoso 33 cm longo; alterum e Kościeliska florens cum racemo simplici subdenso 10 cm longo; ambo tertia e loco Tatrorum non indicato deflorata cum racemo 11—16 cm longo simplici subdenso sc. altero laxifloro; omnia exempla glaberrima; folia 9—15 cm lata, laciniae pinniformes trifidae lacinulis fissis, laciniae in exemplo secundo latiores ad 6·5 cm latae ut in *A. cammaro*, in ceteris exemplis angustiores ut in *A. napello*; pedicelli suberecti flores subaequantes vel eis breviores, bracteolae sub flore lineares; flores in exemplo e Kościeliska intense coerulei, in ceteris chalybei; cassis in omnibus exemplis distincte latitudine longior oblique subrotunda, in exemplo primo 28 mm, in secundo 24 mm, in ambobus ultimis 32 mm longa, in medio saepius supra medium breviter sed distincte rostrata, rostro 4—4·5 mm in exemplo e Kościeliska 3·5 mm longo, supra rostrum sinuata 11—15 mm lata, in exemplo e Kościeliska partim rotundata partim aequae ac in omnibus reliquis exemplis antrorsum inclinata; sepala lateralalia 14—19 mm longa 13—18·5 mm lata intus sparse pilosa vel plus minus glabra, petala nectarifera posteriora erecta superne paulo inclinata, in exemplo e Podspady tantum subarcuata, petala apicem cassis non attingentia, calcar capituliforme reflexum vel subreflexum, labium breviter bilobum vel emarginatum, filamenta partim saltem constanter in medio bidentata, ovaria tria rarius quatuor glabra; folliculi maturi in exemplis e loco non indicato glabri 8 mm longi in rostrum 3 mm longum subito contracti, semina triquetra 3—3·5 mm longa; testa in angulis anguste alata lateribus obtuse (aptero) plicato rugulosa.

In regione subalpina Tatrorum: in valle Kościeliska et altero loco non indicato (Berdau), Podspady ad Jaworzynka (Rogalski).

Forma distincte hybrida inter species *A. cammarum* Jacq. et *A. napellus* L., quod in Tatris provenit ubique in varietatibus glaberrimis: b) subtatrense, g) tatrense etc. Ambae species crescunt in regione subalpina Tatrorum; *A. napellus* etiam in regione alpina, ubi frequentissimum.

Forma ac rostro cassidis, petalis nectariferis posterioribus brevibus inferne saepius rectis Aconito cammaro propius, calcari reflexo vel subreflexo, ovariis glabris, folliculis brevibus et structura seminum Aconito napello propius.

*A. napellus* × *paniculatum*. *A. bucovinense* m. Exempla duo, alterum e Jakobený: deflorescens 0·59 m altum, foliis pinnatim fissis ad 7·5 cm vix 8 cm latis, racemus 27 cm longus fere multiflorus basi ramosus, rami sublongi fere multiflori aequae ac pedicelli florum superiorum fere erecti, caulis in racemo cum ramis pedicellisque dense pubescens paululo glandulosus, pedicelli florem subaequant, bracteolae sub flore 4 mm longae in parte superiore paulo latiores et 1 mm latae lineari oblanceolatae pubescentes; flores coerulei vel dilute coerulei subsparse pubescentes, cassis (in floribus nondum sat evolutis semirotonda) latitudine distincte longior, 20—21 mm longa, breviter rostrata, rostro descendenti 2 mm longo, supra rostrum leviter sinuata et 10—12·5 mm lata, rotundata; sepala lateralia 12 mm longa 11 mm lata, intus sparse longipilosa; petala nectarifera posteriora subarcuata superne nonnullis pilis praedita vel glabra, calcar capituliforme reflexum, labium breviter bilobum, filamenta partim bidentata in parte superiore longipilosa, ovaria tria glabra. Exemplum e Pojana negri 0·62 m altum, folia paulo latiora latisecta; racemus elongatus 34 cm longus magis sparsiflorus, inferne ramosus, rami ad 10—12 cm longi multiflori adscendentes, pedicelli longiores fere erecti, bracteolae sub flore lineares; caulis in racemo cum ramis pedicellisque pubescens, flores puberuli, nondum sat evoluti sed evidenter parvi (cassis oblique subrotunda 12 mm longa supra rostrum brevissimum paulo sinuata 8 mm lata); filamenta in parte superiore pilosa, ovaria tria pubescentia.

Rostro cassidis leviter tantum sinuatae brevissimo, calcari reflexo, filamentis pilosis et ovariis in exemplo e Jakobený glabris Aconito napello propius, forma cassidis, ovariis in exemplo e Po-



jana pubescentibus et ramis racemi sublongis multifloris Aconito paniculato propius.

In montanis et subalpinis Bucovinae australis: Jakobený, Pojana nigri prope Dorna Kandreny (Rehman).

---

16. *Histogeneza mięśni szkieletowych. — Zur Histogenese der Skelett-Muskeln.* Mémoire de M<sup>lle</sup> J. MŁODOWSKA présenté par M. K. Kostanecki m. t. dans la séance du 3. Février 1908.

(Planches III et IV).

**Einleitung.** Wir wissen, daß bei den Embryonen der höheren Wirbeltiere in dem Stadium der Bildung der Primitivorgane, die Zellen des mesodermalen Blattes sich zwischen dem Ektoderm und den Axialorganen des Embryos d. h. der Chorda dorsalis und dem Medullarrohr lagern. Diese mesodermalen Zellen fügen sich alsdann zu würfelförmigen Gebilden, zu sog. primären Myomeren zusammen. Diese Myomere oder Myotome sind metamerisch zu beiden Seiten der Chorda dorsalis gelagert. Bei den niederen Wirbeltieren verbleibt im Innern eines solchen Myotoms ein leerer Raum, der hingegen bei den höheren Wirbeltieren durch Zellen ausgefüllt wird, die den sog. Urwirbelkern<sup>1)</sup> bilden. Doch nicht das ganze primäre Myomer wird zur Bildung des Muskelsystems verwandt. Sein äußerer Teil löst sich schon ziemlich frühzeitig ab, um sich zur Cutisplatte (Köl liker) zu gestalten, diejenigen Zellen dagegen, die den Urwirbelkern bilden, wandern aus und geben den Ausgangspunkt zur Bildung der freien mesenchymatischen Zellen. Der innere untere Teil bildet das sog. Sklerotom, d. h. die Anlage des künftigen Skeletts. Es verbleibt also nur der obere Teil des inneren Randes. Das auf diese Weise reduzierte Myomer heißt sekundäres Myomer. Die gegenseitige Lagerung der einzelnen sekundären Myomere zueinander ist streng metamerisch. Was nun den inneren Bau eines jeden dieser sekundären Myomere anbelangt, so besteht es in dem Augenblicke, wo es, befreit von den an dem Bau des Muskelsystems nicht partizipierenden Bestandteilen sich zu Muskelfasern zu

<sup>1)</sup> In der vorliegenden Abhandlung halte ich mich an die im „Handbuch d. Entwicklungsgeschichte“ v. Hertwig und speziell in der Arbeit Maurers über das Muskelsystem verwendete Nomenklatur.

differenzieren anfängt, aus einer einzigen Schicht von Zellen mit scharf umrissenen Grenzen, die mit ihrer Längsachse senkrecht zur Längsachse des Embryokörpers liegen. Das Myomer behält aber diese Gestalt nicht bei. Bald sehen wir aber die Grenzen sowohl zwischen den einzelnen Myoblasten, als auch zwischen den einzelnen Myomeren vollständig verwischt. Dafür tritt eine neue Teilung in die einzelnen Muskelgruppen ein.

Die Frage der Entstehung der Muskelfasern aus den ursprünglichen Myoblasten war schon oft Gegenstand eingehender Untersuchungen. Zu einer übereinstimmenden Beantwortung derselben sind jedoch die zahlreichen Forscher bisher nicht gelangt<sup>1)</sup>. Die einen sehen die Muskelfaser als ein Produkt einer einzigen verlängerten Muskelzelle an; zu diesen gehören: Remak, Kölliker, M. Schultze, Wilson, F. E. Schultze, Hertwig, Eycleshymer, Maurer u. a. Nach anderen Autoren, wie z. B. Schwann, Rouget, Schneider, Moritz, Heidenhain, Godlewski u. a., stellt die Muskelfaser ein Produkt der Verschmelzung mehrerer Muskelzellen dar, ist also ein „syncythiales“ Gebilde.

Ist jedoch die Frage nach der Entstehung der Muskelfaser in der Litteratur der Muskelhistogenese ziemlich oft behandelt worden, so ist es um so schwerer Andeutungen darüber zu finden, auf welche Art und Weise die Metamerie zwischen den einzelnen Myomeren schwindet und somit über den Weg, der zur Bildung von einheitlichen Muskelbündeln führt. Diese Frage ist bisher, soweit mir bekannt ist, nur von Godlewski und in gewisser Beziehung von Kästner berührt worden.

In gewissen Stadien der embryonalen Entwicklung partizipiert das Bindegewebe an der Bildung von Muskelorganen nicht. Bei erwachsenen Tieren sind dagegen die einzelnen Muskelschichten, sowie auch die Muskelfasern vom Bindegewebe umgeben. Damit dieses Bindegewebe sich hier einschieben und lagern konnte, mußten gewisse Parteen des Muskelgewebes der Degeneration unterliegen. In dieser Frage der partiellen Degeneration des Muskelgewebes, sowie der Art der Entstehung des Bindegewebes innerhalb des Muskelgewebes, gehen die Ansichten der Forscher auseinander. Da-

<sup>1)</sup> Da ich in dieser Arbeit den Herzmuskel unberücksichtigt lasse, so werde ich mich natürlich mit der Frage, ob dieser Muskel aus einzelnen Zellen besteht, oder ob er ein Syncytium bildet, nicht befassen.

rum war ich in der vorliegenden Arbeit nicht nur bestrebt zu untersuchen, auf welche Weise sich die Myoblastengruppen eines Myomers zu Muskelbündeln umbilden, sondern es handelte sich mir auch darum darzutun, auf welche Weise die Metamerie in denjenigen Fällen verwischt wird, wo diese Art der Lagerung tatsächlich verschwindet. Endlich habe ich mit Rücksicht auf die zeitliche Koinzidenz des Eintrittes der Degenerationsprozesse und des Hervortretens des Bindegewebes bei der Organisation der Muskeln auch diese histogenetische Phase eingehender zu erforschen gesucht.

#### **I. Abschnitt. Methoden und Technik der Untersuchungen.**

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich der Embryonen von Hühnern, Mäusen, Kaninchen und Schweinen. Um den ganzen Entwicklungsprozeß des Muskelgewebes kennen zu lernen, wandte ich eine zweifache Methode an: entweder untersuchte ich dieselben Myomere bei immer älteren Embryonen, wie z. B. speziell bei Hühnern zwischen dem 4. und dem 7. Tage der Entwicklung, oder ich verglich bei einem einzigen Exemplar die räumlich aufeinander folgenden Myomeren, da, wie bekannt, die Entwicklung allmählig vom ersten, dicht hinter dem Ohrbläschen gelegenen Myomer nach der Caudalpartie hin fortschreitet, so daß die letzten Myomere gleichzeitig auch die jüngsten sind. Die Embryonen wurden fixiert in 3% Salpetersäure oder in einem Gemisch von 50 ccm destillierten Wasser + 50 ccm konz. Sublimatlösung, in destilliertem Wasser +  $2\frac{1}{2}$  ccm konz. Salpetersäure +  $2\frac{1}{2}$  ccm Eisessig (acidum aceticum glaciale). 7·5  $\mu$  dicke Schnitte wurden mit Heidenhains Eisenhämatoxylin gefärbt und mit Bordeaux-R. nachgefärbt. Diese Methode eignet sich vorzüglich zur Erforschung der Histogenese des Muskelsystems. Bei entsprechender Differenzierung erhält man außerordentlich klare und scharfe Bilder. Handelt es sich um präzise gezeichnete Zellengrenzen, so leistet Coerulein+Safranin ausgezeichnete Dienste.

Die Embryonen anderer Tiere wurden in einem Gemisch von konz. Sublimatlösung mit Essigsäure (95 ccm Sublimat + 5 ccm Essigsäure) fixiert. Die Färbungsmethode blieb dieselbe.

#### **II. Abschnitt. Die Bildung der Muskelfaser innerhalb des sekundären Myomers.**

In der Einleitung habe ich vorausgeschickt, daß das primäre Myomer sich zum sekundären umformt, indem sich vom ersten die äußere Platte ablöst und das Hautbindegewebe



bildet, während sich gleichzeitig der untere innere Rand ebenfalls vom primären Myomer lostrennt, um das Sklerotom d. h. den Ansatz für das künftige Skelett zu bilden. Der Rest, der nunmehr von dem primären Myomer übrigbleibt, stellt das sekundäre Myomer oder das eigentliche Ausgangsgewebe für das spätere Muskelsystem dar. Die Zellelemente dieses sekundären Myomers tragen einen ausgesprochen epithelialen Charakter. Die hohen zylindrischen Zellen mit scharf gezeichneten Begrenzungslinien verwandeln sich in der Folge in lange Muskelfasern. Diese embryonalen Zellen, die als Bestandteile des Myomers dazu bestimmt sind, die Muskelfasern zu bilden, nennen wir Myoblasten. Nach Schwann (39), Deiters (61) u. a. reihen sich die Myoblasten, um die Muskelfasern hervorzubringen, aneinander und entsenden Ausläufer, mit deren Hilfe sie sich zu Ketten verbinden. Andere Anhänger des vielzelligen Ursprungs der Muskelfaser nehmen eine vollständige Verschmelzung der Myoblasten an, die zur Bildung des Syncytiums führt, ohne irgendwelche Spuren von Zellengrenzen (Moritz, Rouget). Diese Ansicht, nach welcher die Muskelfaser mehreren Myoblasten äquivalent wäre, machte später einer Theorie Platz, die in einer Faser eine einzige spindelförmig verlängerte Zelle sah, deren Kern sich in eine Reihe von Tochterkernen geteilt hat. Eine etwas abweichende Stellung zur Frage der Entstehung der Muskelfaser hat Maurer (94) eingenommen. Dieser Forscher stützt sich vor allem auf die Entwicklung der Muskeln bei Fischen und Amphibien und verallgemeinert vielleicht allzusehr seine Resultate, indem er dieselbe Art der Entstehung der Muskelfaser auch den Embryonen der Vögel und Säugetiere zuschreibt. Er behauptet nämlich, daß die Muskelplatte noch vor Lostrennung der Cutisplatte eine Reihe von untereinander liegenden Falten bildet. Aus diesen Falten entstehen gesonderte, untereinander liegende Zellschichten, die von Maurer Muskelblätter genannt werden. Zwischen diese Muskelblätter schiebt sich das Bindegewebe ein, welches nach Maurer sich aus dem früheren Sklerotom gebildet hat. Die Zellen dieses Bindegewebes dringen zwischen die einzelnen Muskelblätter ein und sondern auf diese Weise die Schichten voneinander.

Die weitere Differenzierung der Muskelblätter vollzieht sich auf die Weise, daß in das Muskelblatt das Bindegewebe eindringt und es in einzelne Bündel von definitiven Muskelfasern teilt. Diese Art der Entstehung von Fasern hat Maurer vorwiegend bei Cyclo-

stomen und Teleostiern beobachtet. Indem er annimmt, daß die Muskelfaser des Huhns aus einer einzigen verlängerten Zelle entsteht, glaubt er, daß sich trotzdem auch hier in der Entwicklung während eines Stadiums das Vorhandensein von Muskelblättern beobachten ließe, wobei jedoch hier ein jedes von ihnen unbestritten das Produkt einer einzigen Zelle sein würde, da ja hier die Zellengrenzen während des ganzen Entwicklungsverlaufs deutlich sichtbar sind und noch schärfer hervortreten durch das frühzeitige Eindringen des Bindegewebes zwischen die Muskelblätter. Obwohl er also die Meinung der einzelligen Genese der Muskelfaser vertritt, scheint er aber auch den mehrzelligen Bildungsmodus der Muskelfasern nicht auszuschließen.

Die Bildung der Muskelfasern, schreibt Maurer „vollzieht sich nicht gleichartig, vielmehr neben der Herausbildung aus einer Zelle besteht auch ein anderer Bildungsmodus, bei welchem von vornherein die junge Muskelfaser ein mehrzelliges Gebilde darstellt“.

Nachdem er die uns bereits bekannten Ergebnisse seiner Untersuchungen, nach denen die Muskelfaser einer einzigen Zelle äquivalent ist, angegeben hat, berichtet Maurer über die Resultate der Arbeit Godlewski's, die die früheren Ansichten über die Entstehung der Muskelfasern bestätigen. Godlewski (01) hat bei der Untersuchung der Embryonen von Kaninchen und Meer-schweinchen beobachtet, wie die einzelnen Myoblasten ihren epithelialen Charakter einbüßen und Ausläufer bekommen, die den früher zylindrischen Zellen sternförmige Form erteilen. Die Ausläufer der benachbarten Zellen verschmelzen miteinander, was zur Bildung einer einheitlichen Plasmamasse, d. h. eines Syncytiums mit zahlreichen Kernen führt.

In der letzten Zeit hat sich noch Eycleshymer (04) mit dem Problem der Entstehung der Muskelfaser auf Grund seiner Beobachtungen am Necturus beschäftigt. Inbezug auf diesen Punkt lauten seine Ergebnisse:

„In the stages of Necturus immediately preceding the differentiation of the myoblasts there are numerous anastomosing cytoplasmic processes among the mesothelial cells, indicative of a widely extending syncytium“. (Seite 295).

Wir sehen also, daß Eycleshymer ein syncytiales Stadium in den ersten Entwicklungsperioden statuiert. Trotzdem ist er der Ansicht, daß die Muskelfasern beim Necturus aus einzelnen hochgradig verlängerten Zellen entstehen, wofür er den Beweis erblickt

„in the fact that in each of the closely connected stages from the formation of the myoblasts up to and including the 26 mm larva, the myoblasts may be easily isolated. Exact measurements show that the length of each corresponds precisely to the length of the myotome from which it was taken“.

Daraus müßte man entnehmen, daß die intrazellularen Verbindungen unter den Myoblasten des *Necturus* etwas Vorübergehendes sind. Nach einer gewissen Zeit werden sie sich wohl wieder trennen und während der weiteren Entwicklung werden die Myoblasten abermals ihre Selbständigkeit erlangen. Es muß jedoch bemerkt werden, daß *Eycleshymer* den Begriff „Syncytium“ in einer etwas anderen Bedeutung gebraucht, als es sonst in der Cytologie der Fall ist. Für gewöhnlich betrachtet man als „Syncytium“ ein Gebilde, in welchem eine so gründliche Verschmelzung der einzelnen Zellen eingetreten ist, daß ihre ursprünglichen Territorien nicht mehr unterschieden werden können. Aus der Beschreibung *Eycleshymer*s ersieht man hingegen, daß er es mit Myoblasten zu tun gehabt hat, die nur durch ein Netz von Plasmafäden miteinander verbunden waren.

Aus obiger Literaturzusammenstellung ergibt sich, daß die Histogenese der Muskelfaser zweifelsohne bei den verschiedenen Tier-typen verschieden verlaufen kann, doch gleichzeitig ersieht man auch, daß, was besonders die höheren Wirbeltiere anbelangt, die Frage unentschieden bleibt, ob die Muskelfaser einem oder mehreren Zellenelementen äquivalent ist. Sowohl in Handbüchern der Histologie als auch der Embryologie sehen wir überall den Satz vertreten, daß die Muskelfaser genetisch einer einzigen verlängerten Zelle gleichzustellen ist; eine Ausnahme hiervon bildet nur die Histologie von *Böhm-Davidoff* und die Embryologie von *Bonnet* (07).

Die Ergebnisse meiner Beobachtungen über die allgemeine Gestaltung des Myomers, ausgeführt an Embryonen von Vögeln und Säugetieren, haben dargetan, daß die Faltenbildung der Muskelplatte hier durchaus nicht so bedeutend ist, wie sie *Maurer* für die niederen Wirbeltiere angibt. Insofern diese Faltenbildung auch bei höheren Tieren auftritt, ist sie augenscheinlich ein Resultat des stärkeren Wachstums der betreffenden Seite der Muskelplatte; soweit ich es aber an meinen Präparaten beobachten konnte, glaube ich behaupten zu dürfen, daß diese Faltenbildung auf keinen Fall zur Bildung von besonderen Muskelblättern führen kann. Im Ge-



genteil ergibt es sich aus meinen Untersuchungen, daß das Myomer sich im Stadium der inneren Differenzierung noch als eine einheitliche, morphologische Einheit darstellt. Figur 1. zeigt den Frontalschnitt durch das sekundäre Myomer, sowie diejenigen Elemente, die demselben ihren Ursprung verdanken. Die Zeichnung ist folgendermaßen orientiert. Das eigentliche Myomer hat die Gestalt eines Bogens, der mit seiner konvexen Seite nach der Chorda dorsalis zu liegt; diese Seite ist auf der Figur mit dem Buchstaben *b* bezeichnet. Die konkave Seite dieses Bogens ist der Haut des Embryos zugewandt. Die linke Seite der Zeichnung, der mit dem Buchstaben *a* bezeichnete Rand, ist derjenige, der nach der Kranialseite zu liegt, die rechte Seite, der mit *c* bezeichnete Rand, ist der Kaudalpartie zugewandt. Die in dem oberen Teil der Zeichnung (bei *d*) sichtbaren Zellelemente sind Zellen, die sich im Stadium der Neubildung zu Muskelfasern befinden.

Gerade diesen Prozeß will ich nun näher beschreiben. Die Zellelemente des sekundären Myomers, die wir in dem unteren Teile der Figur 1. sehen, zeigen noch epithelialen Charakter und liegen dicht gedrängt nebeneinander, wobei ihre Längsachse senkrecht zur Längsachse des Embryokörpers (senkrecht zur Chorda dorsalis) liegt. Sowohl das körnige Protoplasma, als auch die Kerne dieser Zellen färben sich intensiv. Anderen Verhältnissen begegnen wir bereits in dem Kranialrande des Myomers (die mit *a* bezeichnete Seite der Figur). Hier springt vor allem die Tatsache in die Augen, daß die Zellen nicht mehr so fest aneinandergefügt und ihre Umrisse nicht so scharf gezeichnet sind. Schließlich sehen wir auf der äußeren Seite dieses dem Kopfe zugewandten Randes Zellen, die den Charakter der zylindrischen Epithelzellen verloren haben und aus dem Zellenverbande ausscheiden. Mit langen Ausläufern versehen, wandern sie aus dem Kranialrande des Myomers aus und treten an die Stelle des früheren Urwirbelkernes, befinden sich somit in der Vertiefung des Bogens, den jetzt das sekundäre Myomer bildet. Alle Zellen lagern sich hier mit ihrer Längsachse senkrecht zur Längsachse des Embryokörpers, wobei manche von ihnen, um diese Stellung einzunehmen, sich um einen größeren oder kleineren Winkel drehen müssen. Die Umrisse dieser Zellen werden durch Entsendung immer längerer und immer zahlreicherer Ausläufer unbestimmt und verwischt. Die Lockerung der innigen Verbindung zwischen den Zellen schreitet immer weiter fort, bis sie

schließlich auch den inneren Rand erfaßt, dessen Zellen ihre bisherige Lage ändern und, indem sie sich um  $90^\circ$  drehen, sich nunmehr parallel zur Längsachse des Embryokörpers lagern. Gleichzeitig damit schreitet auch die Entsendung von Plasmafäden fort. Doch diese Zellenausläufer bedeuten für den Entwicklungsgang der Säugetiere und Vögel keineswegs etwas Vortübergehendes, wie es Eycleshimer für *Necturus* darstellt. Wir sehen im Gegenteil hier, daß die Ausläufer, anfangs dünn, später immer dicker werdend, von der Zelle aus nach allen Richtungen hin sprossen, einander begegnen und anfänglich schmale, dann immer breitere Plasma-  
brücken bilden, bis schließlich ein homogenes plasmatisches Syncytium (Fig. 2) entsteht. Das Protoplasma der in dem Stadium der Syncytiumbildung befindlichen Zellen färbt sich nicht so intensiv, wie es der Fall ist, solange sie ihren epithelialen Charakter noch nicht verloren haben. Die Kerne sind bedeutend größer, bläschenförmig, mit einem oder zwei deutlich sichtbaren Kernkörperchen. Das ganze Gesichtsfeld weist zahlreiche karyokinetische Figuren auf. In diesem Stadium lassen sich noch absolut keine Zellen des künftigen Perimysiums entdecken, die nach Maurer und anderen Autoren bei höheren Tieren schon sehr früh zwischen die Myoblasten auswandern sollen, ein Umstand, der die Bildung des Syncytiums verhindern soll.

In dem Augenblick, wo die Myoblasten ihre Ausläufer zu entsenden beginnen, die sich miteinander verbinden und die ursprünglichen Umrisse der Zellen verwischen, treten die ersten Fibrillen auf. Von der Art ihrer Entstehung, ihrem Wachstum und der Zunahme ihrer Zahl wird noch weiter unten die Rede sein; vorläufig fassen wir die Ergebnisse dieses Abschnittes dahin zusammen, daß der erste Schritt in der Differenzierung des Muskelsystems die Bildung des Syncytiums ist, welches aus der Verschmelzung der einzelnen Myoblasten mit vollständiger Verwischung ihrer Grenzen resultiert.

**III. Abschnitt. Das Schwinden der Metamerie und die Anteilnahme des mesenchymatischen Gewebes an der Bildung des Muskelsystems.** Im vorigen Abschnitt haben wir uns nur mit der Beschreibung der Veränderungen, die innerhalb eines einzelnen Myomers stattfinden, befaßt. Gleichzeitig begegnen wir in dem dem Myomer benachbarten Mesenchymgewebe Veränderungen, welche zur Vernichtung der metameren Lagerung der Skelettmuskeln führen.

In der Einleitung zur vorliegenden Arbeit habe ich bereits erwähnt, daß sich die Myomeren anfänglich metamerisch zu beiden Seiten der Chorda dorsalis lagern. Zwischen zwei benachbarten Myomeren liegt ein Raum, der vom Bindegewebe ausgefüllt wird — das Myoseptum. In der Achse des Myoseptums liegt im Bindegewebe das segmentale Blutgefäß.

Wie wir wissen, bleibt diese metamere Lagerung nur in einigen wenigen Schichten der definitiven Muskulatur bestehen. Im übrigen wird die in den frühen Stadien der embryonalen Entwicklung so deutlich sichtbare Metamerie verwischt, so daß wir in den späteren Entwicklungsstadien sehen werden, wie sich die Muskelbündel ununterbrochen durch den ganzen Raum hinziehen, der früher von den Territorien mehrerer vorher deutlich getrennter Myomeren eingenommen war.

Zum Ausgangspunkt meiner Beobachtungen über den Prozeß des Schwindens der Metamerie habe ich denjenigen Augenblick gewählt, wo zwei benachbarte Myomere durch ein breites Myoseptum vollständig voneinander getrennt sind. In einem etwas späteren Stadium verlieren die Zellen des sekundären Myomers, wie wir wissen, ihren epithelialen Charakter und beginnen Ausläufer zu entsenden. Da, wie bereits im vorigen Abschnitt gesagt wurde, diese Ausläufer nach allen Richtungen hin entsandt werden, also nach den Seiten hin, wie nach vorn und nach hinten, so ist es ganz klar, daß die auf dem Kaudalrande liegenden Zellen ihre plasmatische Ausläufer auf das Gebiet des Myoseptums ausstrecken, welches, wie wir wissen, mit Bindegewebezellen ausgefüllt ist.

Gleichzeitig beginnen auch die Zellen des kaudalwärts nächstgelegenen Myomers ihren epithelialen Charakter einzubüßen und zwar, wie gesagt, zuerst auf dem Kranialrande, in dem der Cutisplatte zugewandten Teile. Die von denselben nach vorn zu ausgesandten Ausläufer dringen auch in den Myoseptumraum ein. Daraus folgt, daß der Myoseptumraum auf dem äußeren, der Haut zugewandten Rande von zwei aufeinander zustrebenden Ausläufern eingenommen wird. Sobald sich diese zwei Ausläufer gehörig einander nähern, tritt gegenseitige Verschmelzung ein. Es entsteht auf diese Weise eine Plasmabrücke, die anfangs noch schmal ist, so wie wir sie auf Fig. 4 sehen, wo noch ein Teil des Myoseptums erhalten ist. In dem Maasse jedoch, als die Differenzierung der Myomerzellen fortschreitet, entsenden immer zahlreichere Zellen ihre Ausläufer,



die sich mit den Ausläufern des vorhergehenden Myomers verbinden und so die bereits vorhandene Plasmabrücke verstärken. Anfänglich haben wir somit oft mehrmalige Verbindungen zwischen den Myomeren. In Fig. 5 sehen wir eine solche Plasmabrücke, die noch durch einen Spalt getrennt ist. Dieser Spalt deutet auf eine ursprünglich doppelte Verbindung zwischen den Myomeren hin. Sobald er aber ausgefüllt worden ist, entsteht eine einheitlich kompakte Verbindung.

Es muß noch erwähnt werden, daß im Verlauf dieser Änderungen die Myoblastenkerne sich äußerst intensiv teilen, stets auf karyokinetischem Wege. In dem Augenblick, wo zwei hintereinander gelegene Myomere sich durch eine breite Plasmabrücke, die den ganzen Raum des früheren Myoseptums einnimmt, verbunden haben, wird auch die metamere Lagerung der Muskelanlagen verwischt; doch ungeachtet dessen können wir uns noch immer bei aufmerksamer Beobachtung über die Grenzen orientieren, durch welche die jetzt zu einem einheitlichen morphologischen Ganzen verschmolzenen Myomere früher getrennt waren. Diese Grenzen werden bezeichnet durch die Blutgefäße, überdies durch die Einschnitte in dem Ektoderm, die den früheren Myosepten gegenüberliegen.

Meine Beobachtungen über die Art des Schwindens der Metamerie des Muskelsystems bestätigen die Angaben Godlewski's. Auch er hat Myoblastenausläufer beobachtet, die durch das Myoseptum aufeinander zustrebten und durch gegenseitige Verschmelzung eine Brücke bildeten, welche zwei benachbarte Myomere miteinander verband.

Gleichzeitig mit der Bildung der Brücke erscheinen auf derselben die ersten Fibrillen, die in das nächstliegende Myomer hineinwachsen, was darauf hinweist, daß dem Verschwinden der Metamerie tatsächlich die von mir in diesem Abschnitt geschilderten Prozesse zu Grunde liegen, als deren Endresultat die Vereinigung der benachbarten Myomere zu einem einheitlichen syncytialen Gebilde erscheint. Doch trotzdem es in diesem Stadium keine Myosepten mehr gibt, ist die metamere Struktur noch nicht vollständig verwischt. Auch nach der Bildung der Plasmabrücken, die die Myomeren miteinander verbinden, behält das Myomer seine spindelförmige Gestalt. Zum endgültigen Verschwinden dieser sich metamer wiederholenden Verjüngungen tragen schließlich die mesenchymatischen Zellen bei.

Bei der Besprechung der Differenzierung des primären Myomers zum sekundären wurde gesagt, daß ein Teil der den Urwirbelkern bildenden Zellen aus dem Zellenverbände ausscheidet und den Platz zwischen der Cutisplatte und dem sekundären Myomer einnimmt, wo sich die Zellen dann mit den dort bereits vorhandenen mesenchymatischen Zellen verbinden, während der ventrale innere Rand, das sog. Sklerotom, sich gleichfalls zu mesenchymatischen Zellen umbildet, die sich zwischen das sekundäre Myomer und die Axialorgane lagern. Diese Zellen scheiden aus dem Verbände der Elemente, aus denen das Myomer besteht, aus und gelangen zu morphologischer Selbständigkeit. Dabei ändert sich aber auch ihr Bau. Aus der Plasmamasse sproßen nach allen Richtungen hin Ausläufer und die Zelle bekommt ein längliches und sternartiges Aussehen. Ihre Ausläufer verbinden sich miteinander, so daß aus mehreren Zellen eine mehr oder minder homogene Plasmamasse entsteht. In Fig. 5 sehen wir den Prozeß der Lagerung der mesenchymatischen Zellen. Fig. 8 oben zeigt deutlich, wie zwei solche der Plasmabrücke parallele Zellen sich mittels bandförmiger Ausläufer miteinander verbinden und so gewissermaßen eine neue Brücke bilden. Dieses Zellenband verläuft der die Myomere verbindenden Brücke parallel und steht mit ihr durch zahlreiche Ausläufer in Verbindung. Innerhalb dieser Zellenkette werden die einzelnen Plasmagebiete immer mehr verwischt, bis sie schließlich vollständig den Charakter eines Syncytiums annimmt. Schließlich treten auch die Fibrillen auf, welche — was besonders hervorgehoben werden muß — innerhalb dieses Gebildes mesenchymatischer Abkunft entstanden sind (Fig. 9). Verschmilzt dieses Zellenband mit der von zwei Myomeren gebildeten Brücke, dann bilden die hier entstehenden Fibrillen nur einen Teil der Elemente des allgemeinen Fibrillensystems. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß diese mesenchymatischen Zellen innerhalb der Grenzen des intramyomeren Raumes sehr oft Mitosestadien durchmachen, und daß ihre Vermehrung an dieser Stelle den Myomerenbrücken zugute kommt, indem sie dieselben an Gewebeelementen bereichert. Man ersieht dies aus Fig. 5, wo die über der Brücke liegende Zelle sich im Stadium der Karyokinese befindet. Dasselbe bemerken wir in Fig. 4.

Die Tatsache, daß das Mesenchym an der Brückenbildung partizipiert, könnte man bestreiten und dagegen einwenden, daß diese Ketten von mesenchymatischen Zellen eine Folgeerscheinung irgend-

welcher in dem Muskelgewebe stattfindenden degenerativen Prozesse, auf die wir übrigens noch zu sprechen kommen werden, sein könnten. Wer jedoch den Verlauf der Degenerationsprozesse im Muskelgewebe kennt und die Bilder der bisher geschilderten Erscheinungen berücksichtigt, der wird die beiden Prozesse nicht verwechseln können.

Wie gesagt, werden wir auf Degenerationsprozesse noch näher eingehen, aber bereits hier muß ich bemerken, daß dieselben bedeutend später auftreten (am 8. Tage der Entwicklung, während wir die Kettenbildung am 5—6. Tage beobachten) und daß die Myomeren in den Stadien der partiellen Degeneration kein einheitlich kompaktes Ganzes mehr bilden; sie sind im Gegenteil sehr häufig unterbrochen, während sie in dem Stadium, daß uns hier beschäftigt, ein vollständig einheitliches Gefüge aufweisen.

Die Frage nach dem Herd der Ausgangsmaterialien für den Aufbau des Muskelsystems ist gleichfalls noch viel umstritten. Rabl (89, 92), Hertwig, Maurer (91) behaupten, daß die Muskeln sich nur aus der inneren Myomerplatte bilden können; Kollmann (91) und Kästner (92) dagegen sprechen auch der Cutisplatte die Fähigkeit nicht ab, Muskelfasern zu bilden. Dabei glaubt Kollmann, daß die Rolle dieser beiden Platten gleichwertig ist, nur daß in der inneren Platte die Veränderungen früher beginnen; während wir also innerhalb der inneren Platte bereits vollkommen ausgebildete Fasern sehen, behält die äußere Platte immer noch ihren epithelialen Charakter bei und beginnt mit ihrer Differenzierung erst später, wobei sie die Seiten- und die Extremitäten-Muskulatur liefert.

Nach Kästner sind die Zellen der Cutisplatte unfähig, selbständige Muskeln zu bilden, sondern produzieren nur Fasern zur Verstärkung derjenigen Muskeln, die durch Differenzierung der Zellen der inneren Platte entstanden sind. Der Kaudalrand der äußeren Platte liefert dagegen Zellen, die sich zwischen je zwei in Differenzierung begriffene Myomere lagern. Ihre Aufgabe besteht nach Kästner in der Verwischung der Grenzen zwischen den Myomeren und in der Hilfeleistung bei der Bildung einheitlicher Muskeln. Kästner ist es nicht gelungen, diejenigen Stadien zu fixieren, aus denen die Verschmelzung der Zellen der Cutisplatte mit Muskelzellen im Gebiet des Myoseptums ersichtlich wäre.

Aus den Arbeiten Kollmanns, Kästners und der vorlie-



genden wäre somit zu schließen, daß die innere Myomerplatte nicht der einzige Bildungsherd für die Muskelfasern ist.

In der embryologischen Litteratur schreibt man den mesenchymatischen Zellen gewöhnlich die Rolle der Bildner der sog. Stützsubstanzen der Organe zu. Außer der Tatsache, daß es an der Bildung des Blutes und der Blutgefäße teilnimmt, haben wir nur wenig Anhaltspunkte dafür, daß das Mesenchym auch an der Bildung derjenigen Teile der Organe partizipiert, die dank ihrer höheren Differenzierung zur Verrichtung spezieller physiologischer Funktionen geeignet sind. Aus diesem Grunde möchte ich die Beobachtung nicht unterschätzen, daß Zellen von mesenchymatischem Charakter, die bereits vorher aus dem Zellenverbände ausgeschieden sind, die Fähigkeit besitzen, an der Bildung von derartig hoch differenzierten morphologischen Elementen, wie es die Muskelfasern sind, teilzunehmen.

Zu den bisherigen Ausführungen dieses Abschnittes muß noch hinzugefügt werden, daß diejenigen Vorgänge, die wir bei dem Verschwinden der Metamerie zwischen zwei Myomeren kennen gelernt haben, sich auch über weit größere Entfernungen erstrecken können. Die Verschmelzung kann in der beschriebenen Weise nicht nur zwischen zwei benachbarten Myomeren, sondern zwischen einer ganzen Reihe derselben stattfinden. Die Muskelfasern, die einer derartigen Verschmelzung ihren Ursprung verdanken, werden somit nicht nur Derivate einiger oder mehrerer Myoblasten desselben Myomers sein, sondern sie können genetisch betrachtet, als Bestandteile mehrerer Myomeren gelten.

Wenn wir auf diese Weise den Ursprung der Muskelfaser betrachten, so unterliegt es keinem Zweifel, daß dieselbe ein Derivat darstellt, welches mehreren Zellen — und nicht nur einem einzigen Zellenelement — äquivalent ist.

**IV. Abschnitt.** Die Fibrillen, ihre Entstehung, ihr Wachstum und ihre Vermehrung. Ein charakteristischer morphologischer Bestandteil der Muskelfasern sind die Fibrillen. Bei erwachsenen Tieren bilden sie — wie bekannt — den Hauptinhalt der Muskel-

fasern. Das Sarkoplasma bleibt nur in verschwindend kleinen Mengen in der Umgebung des Kernes bestehen.

In der Histogenese der Muskelfasern lassen sich die Untersuchungen über die Entstehung der Fibrillen auf einige wenige Probleme zurückführen. Die erste Frage, die bereits in der Litteratur berücksichtigt ist, ist die nach der Entstehung der Fibrillen, ihrer Genese. Bei der Durchsicht der bisherigen Litteraturangaben sehen wir, wie hier verschiedene Ansichten einander entgegenstehen. Nach der einen Meinung entstehen die Fibrillen erst im Verlaufe der Entwicklung als Resultat der Differenzierung innerhalb der Zellen-elemente, deren Protoplasma ursprünglich homogen war. Diesen Anschauungen begegnen wir bei Wagener (80), Rabl (89, 92), Bocke, Kupfer (45). Eine andere Ansicht geht von dem Prinzip aus, daß in dem Protoplasma der Myoblasten von Anfang an dasjenige Material aufgespeichert ist, welches die Fibrillen liefern soll. Dieses Material sollen nach den einen die Körnchen, nach den anderen die gekreuzten Fäden und schließlich die Wabenwände der schaumförmigen Struktur des Protoplasmas sein. In der schaumförmigen Struktur sah z. B. Mac Callum (97) das präexistierende Material für die Entstehung der kontraktile Fäserchen, in den Körnchen sieht dieses Material Godlewski. In seiner vor einigen Wochen veröffentlichten Arbeit gibt Meves (07) an, daß in den Zellen aller drei embryonalen Blätter und zum Teil auch in den mesenchymatischen Zellen gewisse Gebilde existieren, die bald in Gestalt von Körnern, sog. Mitochondrien, bald als Fäden oder Stäbchen-Chondriokonten, auftreten. Meves behauptet nun, daß sich diese Chondriokonten oder einheitlichen Fäden im weiteren Verlauf in den Zellen des Muskelgewebes zu kontraktile Fibrillen differenzieren.

Da ich fast alle früheren Stadien der Entwicklung der Muskelfasern zur Verfügung hatte, so war ich bemüht, mein Hauptaugenmerk auf die Genese der kontraktile Fibrillen zu richten und beobachtete, daß das Plasma der Myoblasten seit den ersten Stadien der Differenzierung ein feinkörniges Aussehen besitzt. In dem Augenblick, wo die Myoblasten mit ihren Ausläufern ineinander greifen, zeigen sich hier und da in ihrem Plasma dünne Fädchen, die sich nur ein wenig intensiver als der Rest des Plasmas färben. Diese Fädchen halte ich, im Einklang mit Wagener, Bocke u. Marceau (04), für die erste Andeutung der kontrak-

tilen Fibrillen. Die in dem ganzen Protoplasma zerstreuten Körnchen schaaren sich jetzt um solch einen Faden anfangs unregelmäßig und wirr durcheinander, bis sie sich schließlich ganz regelrecht aneinander gereiht haben, gleichsam wie Perlen auf einer Schnur. Diese Körnchen färben sich sehr intensiv mit Eisenhämatoxylin und leicht kann es geschehen, daß sie oft das Bild des Fadens vollständig verdecken werden; dann kann die Fibrille als aus reihenweise gruppierten Körnchen zusammengesetzt aussehen (Heidenhain, Godlewski).

Das zweite Problem, daß wir bei der Besprechung der Fibrillenbildung berühren müssen, ist die Frage nach ihrem Längewachstum. Wie wir gesehen haben, entstehen die Fibrillen als Fäden innerhalb eines Myoblasten, und ihre Länge überschreitet anfangs nicht das Zellengebiet. Doch wissen wir aus den vorhergehenden Ausführungen, daß die definitive Faser als Derivat mehrerer Zellen anzusprechen ist. Wir haben uns von der Möglichkeit überzeugen können, daß sich Zellen von mehreren hintereinander gelegenen Myomeren zu einer einzigen Kette vereinigen können. Nun drängt sich uns die Frage auf, auf welche Weise eine Fibrille entstanden ist, die sich über die ganze Länge der Faser erstreckt. Eine solche lange Fibrille konnte auf zweierlei Art entstehen: entweder ist sie das Produkt eines einzigen Myoblasten und in ihm gebildet, greift sie später auf das Territorium anderer Myoblasten über, sobald dieselben miteinander verschmolzen sind; oder aber es bilden einzelne Myoblasten selbständig ihre eignen Fibrillen, die sich dann nach der Bildung des Syncytiums miteinander verbinden.

Dieses Problem wurde in der Litteratur der Skelettmuskeln bisher fast gar nicht erörtert, was damit zu erklären ist, daß man die Muskelfaser bisher meist als eine einzige verlängerte Zelle betrachtet hat. In der Litteratur des Herzmuskels dagegen nehmen Heidenhain (02), Hoyer (iun.) (01), Godlewski und Marceau an, daß die Fibrillen selbständig auf das Territorium anderer Zellen greifen können, sobald diese selben zu einem Syncytium verschmolzen sind. Diese Frage der Fibrillengenese gewinnt speziell an Bedeutung, seitdem wir festgestellt haben, daß die Muskelfaser ein Derivat von Zellen mehrerer hintereinander gelegenen Myomere sein kann.

Meine Beobachtungen zeigen, daß die eine, wie die andere Art der Fibrillenbildung möglich ist. Sobald die Zellenelemente eines



sekundären Myomers zu einem einheitlichen Ganzen eines syncytialen Gebildes verschmolzen sind, greifen die Fibrillen eines Myoblasten auf das Gebiet der benachbarten Zelle über, wachsen über dieselbe hinaus und können noch zu der nächstfolgenden gelangen. Das Längenwachstum der Fibrillen innerhalb des Syncytiums ist also unabhängig von dem Gebiet, auf welchem die Fibrille entstanden ist. Jedoch die langen Fibrillen, wie wir sie in den ausgebildeten Muskelfasern sehen, können auch auf eine andere Weise entstehen. Kurze Fibrillen zweier benachbarter Myoblasten können mit ihren häkchenförmig gebogenen Enden ineinandergreifen und auf diese Weise zu einem morphologischen Ganzen zusammenwachsen. (Fig. 2 a, b, c).

Die Bildung langer Fibrillen findet nicht nur innerhalb eines einzigen Myomers statt. Dort, wo sich eine Muskelfaser bildet, die ihrer Länge nach zwei oder mehreren Myomeren entspricht, dort entstehen auch entsprechend lange Fibrillen. Dieser Umstand hängt mit dem Verschwinden der Muskelmetamerie zusammen. Das Schwinden der Metamerie des Muskelsystems beruht nicht allein auf der Bildung der Plasmabrücke, somit nicht allein auf der Kontinuität der Muskelfasern. Auch die Fibrillen sind an der Bildung dieser Einheitlichkeit beteiligt. — Betrachten wir eine Plasmabrücke, welche zwei Myomere verbindet, so sehen wir (Fig. 6), daß innerhalb beider benachbarten Myomere sich die dünneren Fibrillen zu einer einzigen dickeren und sich intensiver färbenden vereinigen; indem sie auf diese Weise immer dicker werden, gelangen sie schließlich selber auf die Brücke, über die sie hinauswachsen und in das zweite Myomer eindringen können. Eine solche auf das nächste Myomer zustrebende Fibrille zeigt Fig. 7. Das Hineinwachsen der Fibrillen in die Brücke geschieht gleichzeitig von zwei Seiten her, so kann man manchmal kaum beobachten, wie zwei Fibrillen nebeneinander herlaufen, um zu zwei entgegengesetzten Myomeren zu gelangen (Fig. 6); ein andermal begegnen sich zwei solche Fibrillen und verschmelzen miteinander, indem sie an ihren Enden Häkchen bilden. Manchmal sieht man auch zwischen ihnen ein äußerst dünnes Fädchen, das sie gewissermaßen verbindet. Ein solches Bild zeigt Fig. 8. Wir sehen hier zwei Myomere, zwischen denen sich schon eine ziemlich starke Plasmabrücke gebildet hat; aus dem nach der Kranialseite zu gelegenen Myomer (auf der Zeichnung rechts) strebt auf die Brücke zu eine Fibrille, die offenbar aus der Vereinigung

mehrerer Fäserchen entstanden ist. Das gegenüberliegende Myomer entsendet gleichfalls eine Fibrille auf die Brücke. Mitten auf der Brücke biegen diese Fibrillen ihre Enden häkchenförmig um und verbinden sich miteinander. Bei entsprechender Einstellung des Tubus sah man ein außerordentlich dünnes, einheitliches Fädchen, das von einer Fibrille zur anderen verlief. Daß noch in diesem Stadium die Entstehung neuer Fibrillen möglich ist, davon zeugen die zahlreichen Plasmafäden von homogenem Aussehen, die in den beiden Myomeren zerstreut sind.

Jedoch nicht alle Fibrillen des Myomers gelangen auf die Brücke und erreichen das nächste Myomer. Einige von ihnen endigen an der Grenze ihres Stammmyomers in einer keulenförmigen Verdickung, die sich jedoch bei deutlicher Differenzierung als ein pinselförmiges Gebilde herausstellt (Fig. 4). Derartige pinselförmige Fibrillenenden hat schon Godlewski beobachtet und beschrieben. Er hat die Ansicht ausgesprochen, daß solche Fibrillenenden zweier benachbarter Myomere wie die Finger einer Hand zwischen die der anderen greifen und daß auf diese Weise die Vereinigung von Fibrillen zweier Myomere zustande kommt.

Die Ausläufer, die durch ihre Verschmelzung eine Brücke zwischen den Myomeren bilden, verlieren nicht die Fähigkeit, sich zu Fibrillen zu differenzieren. Sobald sich der Anfang einer Brücke gebildet hat, erscheinen auf derselben Plasmafäden, die, ohne anfangs das Gebiet der Ausläufer eines Myomers zu überschreiten, sich alsbald von einem Myomer zum anderen erstrecken und sich beiderseits mit den der Brücke zustrebenden Fibrillen vereinigen.

Alle diese bei dem Wachstum der Fibrillen ohne Rücksicht auf das Territorium obwaltenden Umstände zeugen einerseits von der großen Selbständigkeit der Fibrillen, andererseits von ihrer hohen Valenz, denn die Fibrille eines ausgebildeten Muskels kann ein Produkt einer großen Anzahl von Myoblasten resp. von Myoblasten mehrerer Myomere darstellen.

Bisher haben wir geschildert, auf welche Weise die Fibrillen an Länge zunehmen und haben gesehen, daß dieses Wachstum in zweierlei Weise vor sich geht: 1) durch das individuelle Wachsen der Fibrille, unabhängig von dem Territorium 2) durch das Ineinandergreifen der Enden der Fibrillen, die als Derivate zweier Myoblasten eines oder zweier benachbarter Myomere auftreten. Doch die Fibrillen können auch an Dicke zunehmen. Die in dieser Hinsicht

zuerst von Heidenhain gemachten Beobachtungen kann ich voll und ganz bestätigen. Der Vergleich einer Fibrille in jungen Myoblasten mit Fibrillen späterer Stadien läßt in dieser Beziehung absolut keinen Zweifel zu. Dieses Dickenwachstum bereitet die Fibrille auf einen sehr wichtigen Akt vor, der in der Spaltung besteht. Es ist dies das Mittel, welches die Fibrille in einem späteren Stadium der Entwicklung dazu befähigt, sich zu vermehren.

Wie diese Zunahme der Zahl der Fibrillen geschieht, erklärt uns Fig. 3, wo wir eine Fibrille sehen, die sich in der Längsrichtung in zwei oder mehr Tochterfibrillen spaltet. Doch in diesem Stadium ist auch die Bildung neuer Fibrillen nicht ausgeschlossen, denn in demselben Schnitt, den Fig. 3 darstellt, sehen wir neben bereits differenzierten, sich in der Längsrichtung spaltenden Fibrillen homogene Plasmafäden, d. h. das erste Stadium der Differenzierung der Fibrillen. Wahrscheinlich verlaufen diese beiden Prozesse anfangs koordiniert, und erst später überwiegt die Zunahme der Zahl durch Spaltung.

Die die Vermehrung der Fibrillen durch Spaltung betreffende Frage ist zum ersten Male von Heidenhain (94) in seiner Arbeit über Zentrosomen berührt worden. Später hat er in der Arbeit über die kontraktile Substanz an den Fibrillen des Herzmuskels dargetan, daß die Spaltung der Fibrillen das gewöhnliche Mittel zur Vermehrung ihrer Zahl ist. Nach Heidenhain hat Maurer (94) auf die Tatsache hingewiesen, daß in den Muskeln der Teleostier die Fibrillen sich durch Spaltung vermehren. Erst nach diesen hat Apáthy in seinen Arbeiten auf die Spaltungsprozesse der Nerven- und Muskelfibrillen aufmerksam gemacht. Godlewski hat gleichfalls die Spaltung der Fibrillen bei Skelettmuskeln und beim Herzmuskel beobachtet.

Im Verlauf meiner Untersuchungen habe ich oft Gelegenheit gehabt, die Spaltung der Fibrillen zu beobachten; deshalb kann ich es mir nicht erklären, wieso einige Autoren, wie Bardeen und K. Schneider, diese Möglichkeit bestreiten. So äußert sich Schneider darüber (02, S. 813): „...es lassen sich nicht die geringsten Anzeichen einer Vermehrung der Fibrillenzahl durch Längsspaltung nachweisen“. Es scheint mir, daß in derartigen Streitfällen die positiven Ergebnisse über die negativen Angaben den Sieg davontragen müssen.

**V. Abschnitt. Degeneration der Muskelfasern.** Nachdem durch



die Verbindung der hintereinander liegenden Myomere mittels Plasmabrücken die Metamerie in dem Muskelsystem vollständig verwischt wird, enthalten die einzelnen Myomere noch keine deutlich differenzierten Fasern. Sie bilden vielmehr anfangs eine einheitliche Plasmamasse mit zahlreichen darin verlaufenden Fibrillen. Das erste Anzeichen für die Differenzierung des Myomers zu Muskelfasern ist das Auftreten des Sarkolemmas in Gestalt einer einheitlichen Membran. Die eigentliche faserige Struktur aber, wie wir sie in der postembryonalen Zeit sehen, tritt erst dann auf, wenn ein Teil des Muskelgewebes der Degeneration bereits anheimgefallen ist und in den vom Muskelgewebe freien Partien sich das Bindegewebe entwickelt hat, welches das Perimysium internum bildet.

Die Bildung von sekundären Metameren geht bekanntlich dem endgültigen Aufbau der Wirbelsäule voraus. In dem Gewebe des Sklerotoms zeigt sich alsdann der Ebnersche Spalt<sup>1)</sup>, welcher eine anders geartete Gruppierung der Skelettmetameren zu den sekundären Myomeren verursacht. In den sekundären Myomeren, die, wie bekannt, sich als eine syncytiale Masse mit darin verlaufenden Fibrillen darstellen, treten jetzt Erscheinungen auf, die vollkommen mit den beschriebenen Erscheinungen der Degenerationsprozesse übereinstimmen und als solche zu betrachten sind. Derartige Prozesse sind in der embryologischen Litteratur mehrfach beschrieben worden; man würdigte jedoch bisher vielleicht zu wenig ihre Bedeutung für die Gestaltung des Organismus. Gerade das Muskelsystem ist eines von denjenigen, bei welchen die Degeneration gewisser Teile erst zur endgültigen Ausbildung ihrer Gestalt führt. Man könnte sagen, daß während der Entwicklung gleichsam eine Hyperproduktion von Muskelfasern herbeigeführt wird und daß dann einige ihrer Teile beseitigt oder umgebildet werden und so erst die definitive Gestaltung des Muskelsystems erfolgt.

Über die Degeneration der Muskelfaser existiert schon heute eine ganze Litteratur. Die Arbeiten von S. Mayer, Barfurth, Bataillon, Schaffer, Bardeen, Godlewski, Eycleshymer befassen sich mit dieser Frage. Die Ergebnisse einer jeden dieser Arbeiten detailliert anzugeben, halte ich für überflüssig; zumal ihre Autoren nach Widerlegung der alten Ansichten Margo's

<sup>1)</sup> Schauinsland. Die Entwicklung der Wirbelsäule nebst Rippen und Brustbein. Hertwigs Handbuch der Entwicklungsgeschichte.

und Paneths darin einig sind, daß ein Teil der Muskelfasern in Produkte von deutlich degenerativem Charakter, sog. Sarkolyten, zerfällt, die nach einiger Zeit allmählig vollständig aus den Zwischenräumen zwischen den Fasern verschwinden. Solche im Schwinden begriffenen Fasern habe ich oftmals zu beobachten Gelegenheit gehabt (Fig. 10), worüber weiter unten die Rede sein wird. Ebenso hatte ich häufig Gelegenheit, die Übergangsstadien von der normalen Muskelfaser zum Sarkolyten zu verfolgen. Doch glaube ich, daß in dem Stadium, in welchem ein Teil der Muskelfasern dem Zerfall anheimgefallen ist, sich auch ein anderer Prozeß vollzieht. Bis dahin lagen die Fasern dicht gedrängt in einer kompakten Masse nebeneinander, nach dem Stadium der partiellen Degeneration sehen wir, daß die übriggebliebenen Fasern durch Bindegewebe von einander getrennt sind.

Wenn wir bedenken, daß bei der definitiven Ausgestaltung des Muskelsystems der Zwischenraum zwischen den Muskelfasern vom Bindegewebe ausgefüllt wird, wenn wir ferner in Betracht ziehen, daß bei der „Modellierung“ der einzelnen Muskelfasern aus dem einheitlichen Syncytium die hier stattfindenden Degenerationsprozesse eine Rolle spielen müssen, dann drängt sich uns sofort die Frage auf, ob hier nicht ein Zusammenhang zwischen den Destruktionsprozessen des Muskelgewebes und der Genese des Bindegewebes besteht; mit anderen Worten, ob bei der Destruktion, die einen teilweisen Zerfall der Muskelfasern in Sarkolyten bewirkt, nicht auch gleichzeitig eine Metaplasie stattfindet. In diesem Falle müßte man erwarten, daß sich das Muskelgewebe derart transformiert, daß es das Material für die Bildung des Bindegewebes bildet.

Ein derartiges Phänomen stünde in der einschlägigen Litteratur nicht vereinzelt da. So hat Krösing (92) bei der Beobachtung der pathologischen Symptome der Muskelatrophie Fälle von Metaplasie innerhalb der Muskelfaser festgestellt, welche zur Umwandlung des Muskelgewebes in Fettgewebe, d. h. einer Abart des Bindegewebes führte. Derselbe Forscher hat auch eine Metaplasie vom Muskelgewebe zu Knochengewebe, d. h. zu einem noch höher differenzierten Gewebe nachgewiesen. Er hat auch überdies die Umwandlung des Muskelgewebes zum Bindegewebe festgestellt; er hat nämlich beobachtet, wie sich gewisse Plasmapartien mitsamt dem Kern von der Muskelfaser ablösen und die Gestalt von Bin-

degewebszellen, welche die einzelnen Muskelfasern voneinander trennten, annahmen.

Morphogenetische Prozesse, die als Begleiterscheinungen von pathologischen Zuständen auftreten, unterscheiden sich prinzipiell, wie bekannt, durchaus nicht von ontogenetischen Prozessen. Es mögen dort andre Reize zur Entstehung oder Formänderung gewisser Gebilde den Anstoß geben, doch das Wesen der Morphogenese bleibt in jenem wie in diesem Falle dasselbe. Wie wir also in den Beobachtungen Krösing's mit einer Transformation des Muskelgewebes in das Bindegewebe zu tun haben, so kann auch eine analoge Erscheinung bei ontogenetischen Prozessen zutage treten.

Was die Herkunft des Bindegewebes im allgemeinen betrifft, so gibt Maurer 1891, im Einklang mit anderen Autoren, drei Quellen an:

„Das dorsale Bindegewebe, schreibt er, stammt vom Urwirbel ab...

„Das intermediäre Bindegewebe löst sich von der Stelle ab, wo Somatopleura und Splanchnopleura der Seitenplatten ineinander umbiegen... Das dorsolaterale Bindegewebe stammt vom Cutisblatt ab (dermales Bindegewebe Rabl's).  
„Das ventrale Bindegewebe geht aus den Parietalplatten hervor“.

Alle diese Quellen liefern sternförmige Zellen, die sich später durch Ausläufer untereinander verbinden. Die Zellen des lateralen und des intermediären Bindegewebes nehmen an der Bildung des Perimysiums teil. Die Zellen des Bindegewebes schlüpfen bei den niederen Tiergattungen in einem späteren, bei den höheren dagegen in dem Stadium des Muskelblattes zwischen die sich trennenden Falten ein, und indem sie sich miteinander verbinden, bilden sie Schichten von Bindegewebe, die die einzelnen embryonalen Muskelfasern voneinander trennen. Dieser Vorgang schreitet auch weiter fort, bis die definitiven Muskelfasern ausgebildet sind. Bei der ganzen Darstellung der Histogenese der Muskeln und der Teilnahme des Bindegewebes an der Bildung der einzelnen Individuen des Muskelsystems fehlen bei Maurer Beobachtungen, die sich auf die Degenerationsprozesse bezügen.

Meine Beobachtungen zeigen, daß nach der Bildung eines einheitlichen Syncytiums in einigen seiner Teile degenerative Vorgänge beginnen, die darin bestehen, daß wenn sich die Kerne in kurzen Zwischenräumen reihenweise in der Längsrichtung des Myomers gelagert haben, der Plasmasteg zwischen je zwei Kernen sich verengt und schließlich reiht, in dem Falle ein Gebilde entsteht, wel-



ches alle Bestandteile einer Zelle, d. h. das Protoplasma und den Kern enthält. Doch ist sein Rand unregelmäßig gepackt, dadurch gleichsam auf ein gewaltsames Zerreißen hindeutend. Oft enthält solch ein Gebilde mehrere Kerne, wie wir es in Fig. 10 beobachten können. Wir sehen hier mehrkernige Plasmagebiete mit unregelmäßigen Rändern. In einigen dieser Fragmente haben sich noch deutlich quergestreifte Fibrillen erhalten. Die kontraktile Fibrillen zeichnen sich überhaupt durch ihre große Beständigkeit aus; häufig kann man mehrere solche Fragmente finden, die miteinander durch Fibrillen verbunden sind. Schließlich schwindet auch hier die letzte Spur von kontraktile Fibrillen. Wir sehen jetzt ein Fragment mit einheitlicher Plasmamasse und mit einem Kern vor uns; der Kern hat den Charakter des Muskelfaserkernes verloren, aus der elliptischen hat er eine runde Gestalt angenommen; sein Kernkörperchen färbt sich sehr intensiv.

Die weiteren Veränderungen, die bis zur völligen Degeneration dieses Fragmentes führen, vollziehen sich jetzt gleichzeitig im Plasma und im Kern. Das Plasma fällt der vollständigen Degeneration anheim. Es sieht jetzt aus, als ob es von Vakuolen durchsetzt und zerletzt wäre. Auf der Peripherie der Kerne zeigt sich eine schwarze Umrandung, die Nukleolen schwinden und das Chromatin ballt sich zu unregelmäßigen Brocken zusammen. Wie Metschnikow behauptet, wird ein solches Sarkolyt später durch die Leukocythen resorbiert. Doch nicht alle Fragmente unterliegen der Degeneration. Bei einigen sproßen aus dem Protoplasma nach Verschwinden der Fibrillen Ausläufer, der Kern wird rund und solch ein Fragment der Muskelfaser zeigt schon ganz deutlich den Charakter einer mit Ausläufern versehenen, sternförmigen Bindegewebszelle, die sich morfolologisch von den übrigen Bindegewebszellen durchaus nicht unterscheidet. Sie schließt sich auf der einen Seite mittels ihrer Ausläufer an die noch unversehrt gebliebene Muskelfaser, auf der anderen Seite dagegen an die auf dieselbe Weise entstandenen Zellen an. Auf diese Weise entstehen ganze Bänder von Bindegewebe, die die einzelnen Muskelfasern voneinander trennen. Die aus dem Zerfall des Muskelgewebes resultierenden Zellen unterliegen einer vollständigen Metaplasie.

Neben den hier geschilderten Erscheinungen der metaplastischen Vorgänge sehen wir auch andere. Wie wir wissen, führt die partielle Degeneration des Muskelgewebes zur Modellierung von ein-

zelen Muskelfasern aus der einheitlichen Masse. Bei diesen Fasern unterscheiden wir eine zweifache Lage der Kerne: die einen liegen in der Längsachse der Faser, andere wiederum mehr peripher. Insofern der Kern auf der Peripherie der Faser liegt, kann sich derselbe mit einem Teil des Plasmas in Gestalt einer spindelförmigen Zelle ablösen (Fig. 11 a), die dann später Ausläufer bekommt und sich vermittels derselben mit den schon bestehenden Zellen verbindet. Doch häufiger beobachten wir, daß sich der Kern karyokinetisch teilt, wobei die karyokinetische Spindel quer zur Längsrichtung der Muskelfaser liegt. In dem Stadium der Tochtersterne reißt sich gleichzeitig mit einem Tochterkern auch ein Teil des Plasmas von der Faser los und tritt in den Verband der Bindegewebszellen ein. Fig. 11 zeigt gerade eine Muskelfaser, von der sich Zellen des künftigen Perimysiums loslösen. Der ganze mittlere Teil mit der darin verlaufenden Fibrille ist unversehrt geblieben, dagegen reißen sich die peripheren Kerne mit dem sie umgebenden Plasma los und nehmen, nachdem sie sich abgerundet haben, den Charakter von Bindegewebskernen an. Durch teilweisen Zerfall des Muskelgewebes einerseits, andererseits durch seine partielle Metaplasie gelangen sie zu einem Zustande, wie wir ihn bei ausgebildeten Muskeln sehen. An Stelle der einheitlichen Plasmamasse haben wir schon jetzt endgültig ausgebildete Muskelfasern, die voneinander durch Bindegewebe getrennt sind. Die Zahl der Muskelfasern wächst sogar noch nach dem Stadium der Degeneration. Felix glaubt, daß die Zunahme der Zahl der Fasern durch Längsspaltung der bereits bestehenden geschieht. Dabei stützt er sich auf die verschiedene Dicke der vorhandenen Fasern, indem er sagt: „Finden wir einen derartigen Dickenunterschied zwischen den Fasern jüngerer und älterer Embryonen, so kann der kleinere Durchmesser der älteren Muskelfasern wohl nur durch Teilung befriedigend erklärt werden“. Neben dieser Vermehrungsweise kann die Zahl der Muskelfasern noch auf eine andere Weise zunehmen. Ich habe mich natürlich überzeugt, daß hier auch die mesenchymatischen Zellen eine gewisse Rolle spielen, indem sie sich zu Ketten verbinden, verschmelzen und auf diese Weise die Zahl der Muskelfasern vermehren (Fig. 9).

Die Frage der Umwandlung von Muskelfasern in Bindegewebe scheint mir aus theoretischen Gründen nicht ohne Bedeutung zu sein. Vor allem liegt in der ganzen Angelegenheit der Muskelfaserdegeneration ein Beweis dafür, daß die Gestaltungsprozesse nicht

nur in der Bildung von Gewebselementen, die zum Aufbau dienen sollen, bestehen, sondern daß zur definitiven Ausgestaltung der Organe auch teilweise lokale Zerfallprozesse führen. Ferner beweist die Umsetzung von Muskelfasern in Bindegewebe, daß sogar noch differenzierte Gewebselemente mit einer der spezifischen Funktion angepaßten Struktur, sich in Zellen von ganz anders geartetem Bau und abweichender physiologischer Bestimmung umwandeln können. Wie aus experimentellen Versuchen Fälle von Regulierung durch Umdifferenzierung bekannt sind, — was sich in der morphologischen Nomenklatur oft mit Metaplasie deckt, — so sind auch hier in der Ontogenese solche Prozesse möglich.

Schließlich soll noch ein Umstand hervorgehoben werden. Schon vorhin habe ich Beweise dafür angeführt, daß das mesenchymatische Gewebe in Muskelgewebe übergehen kann. Hier beobachten wir bei den weiteren morphogenetischen Prozessen eine umgekehrte Erscheinung, die lokale Umformung der Muskelfasern in Bindegewebe als ein Gewebe mesenchymatischen Charakters. Ohne hieraus weitgehende Schlüsse ziehen zu wollen, möchte ich nur hervorheben, daß diese Erscheinungen lebhaft an die umkehrbaren Erscheinungen erinnern, eine Tatsache, auf welche Driesch in der experimentellen Biologie auf Grund seiner Versuche mit *Clavellina* aufmerksam gemacht hat.

#### **Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.**

1. Die Muskelfaser der höheren Wirbeltiere ist ein Gebilde, welches mehreren im Syncytium verschmolzenen Zellen äquivalent ist.
2. Die Muskelfaser kann ein Derivat von Zellen sein, welche mehreren Myomeren angehört haben.
3. Das Verschwinden der Metamerie des Muskelsystems beruht auf der Verschmelzung von Myoblasten benachbarter Myomere mittels immer breiter werdender Plasmabrücken, auf welche Fibrillen aufwachsen.
4. Zur Verwischung der Metamerie des Muskelsystems tragen auch die mesenchymatischen Zellen bei, indem sie sich kettenweise anreihen und mittels zahlreicher Ausläufer mit der Brücke verbinden.
5. Die kontraktile Fibrillen sind entweder das Produkt eines einzigen Myoblasten (in diesem Falle wachsen sie selbständig in die anderen Myoblasten hinein, welche das Syncytium gebildet haben)



oder aber sie können ihren Ursprung zweien oder mehreren einzelnen Myoblasten verdanken (alsdann vereinigen sie sich mit ihren Enden nachträglich zu einer einzigen langen Fibrille).

6. Eine Fibrille kann das Produkt von muskelbildenden Zellen sein, die mehreren benachbarten Myomeren angehören.

7. Die in einem Myomer gebildete Fibrille kann selbständig auf das Zellengebiet benachbarter Myomeren hinüberwachsen, indem sie sich der bereits vorher gebildeten Plasmabrücken als Übergänge bedient.

8. Den Fibrillen kann eine gewisse Individualität zugeschrieben werden, die sich in folgenden Tatsachen zeigt:

a) in der Fähigkeit, auf Gebiete hinüberzuwachsen, die außerhalb des Ortes ihrer ersten Herkunft liegen;

b) in der Fähigkeit zum selbständigen Wachstum in Länge und Dicke;

c) in der Fähigkeit zur selbständigen Vermehrung durch Spaltung (Heidenhain, Maurer, Godlewski).

9. Die organogenetischen Prozesse führen zur Hyperproduktion des embryonalen Muskelgewebes. Ein Teil der embryonalen Muskelfasern unterliegt der Degeneration. Der andere Teil verwandelt sich durch Metaplasie in Bindegewebe.

10. Die Zunahme der Zahl der Muskelfasern kommt nicht nur durch Längsspaltung der Fasern (Felix) zustande, sondern auch durch Teilnahme der mesenchymatischen Zellen an der Bildung von Zellenketten, aus denen neue Muskelfasern entstehen.

Aus der embryologischen Abteilung des anatomischen Instituts der Jagellonischen Universität zu Krakau.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Sekundäres Myomer. Frontalschnitt. Die Cutisplatte hat sich bereits losgelöst. Bei *a* scheiden die Zellen aus dem epithelialen Verbande aus und wandern nach der Konkavseite des Bogens, wo sie sich zum Syncytium verbinden. (Huhn).

Fig. 2. Ein Abschnitt aus dem schon ausgebildeten Syncytium. Oben sieht man noch ziemlich große freie Zwischenräume. Unten auf der Seite der Cutisplatte bereits kompakte Plasmamassen. Erste Fibrillen als einheitliche Plasmafäden. Bei *a*, *b*, *c* sehen wir drei kurze Fäden, die sich miteinander zu einer Fibrille verbinden. (Huhn, 6. Tag der Entwicklung).

Fig. 3. Das Myomer zeigt eine einheitliche Plasmamasse. In derselben ver-

laufen Fibrillen. Viele von ihnen spalten sich in der Längsrichtung in mehrere Tochterfibrillen. Ganz in der Mitte laufen zwei Fibrillen einander parallel her. Wahrscheinlich haben sie sich soeben erst gespalten. Frontalschnitt. (Huhn, 5. Tag der Entwicklung).

Fig. 4. Brückenbildung. Die Brücke ist noch sehr dünn. Auf derselben ein einheitlicher Plasmafaden, in situ gebildet, der sich an Fibrillen in den Myomeren anlegt. Im Myomer rechts eine pinselförmig gespreizte Fibrille. Frontalschnitt. Huhn, 6. Tag der Entwicklung.

Fig. 5. Brücke vollständig ausgebildet. Der Spalt in der Mitte weist auf den eben beendeten Verschmelzungsprozeß zwischen den Myomeren hin. Auf der Brücke Karyokinese im Stadium des Muttersterne. Frontalschnitt. Huhn, 6. Tag der Entwicklung.

Fig. 6. Mesenchymatische Zellen, die an der Brückenbildung teilnehmen. Frontalschnitt. Huhn, 6. Tag der Entwicklung.

Fig. 7. In das benachbarte Myomer hineinwachsende Fibrille. Frontalschnitt. Huhn, 5. Tag der Entwicklung.

Fig. 8. Zwei in der Mitte der Brücke zusammenwachsende Fibrillen. In dem oberen Teil der Brücke verbinden sich mesenchymatische Zellen miteinander mittels Ausläufer, um die Brücke zu verbreitern. Frontalschnitt. Huhn, 7. Tag der Entwicklung.

Fig. 9. Der Zuwachs von Muskelgewebe auf Kosten der aus der Verschmelzung von mesenchymatischen Zellen resultierenden Fasern. In mesenchymatischen Zellen gebildete Fibrillen. Frontalschnitt. Huhn, 7. Tag der Entwicklung.

Fig. 10. Produkte der Degeneration des Muskelgewebes. Frontalschnitt. Huhn, 8. Tag der Entwicklung.

Fig. 11. Muskelfaser mit sich abspaltenden künftigen Zellen des Perimysiums. Bei *a* der im Begriff des Entreißens stehende Kern mit Plasma. Frontalschnitt. Huhn, 8. Tag der Entwicklung.

### Litteraturverzeichnis.

1. Bardeen Ch. R. Contributions to the Science of Medicine dedicated to W. H. Welch. Vol. IX of Johns Hopkins Hospital Reports. — 2. Barfurth D. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 29. 1887. — Bataillon E. Comptes Rendus de la Société de Biologie, 1892. — 4. Bocke. On the development of the myocard in Teleosts, 1901. — 5. Böhm-Davidoff. Lehrbuch der Histologie. — 6. Bonnet R. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, 1907. — 7. Deiters. Arch. f. Anat. u. Phys., 1861. — 7 a. Driesch H. Archiv f. Entwicklungsmech. XIV, 1902. — 8. Engelmann Th. W. Archiv f. ges. Phys. Bd. 13. — 9. Engelmann Th. W. Sitzungsab. Akad. Berlin, 1906. — 10. Eycleshymer A. C. American Journal of Anatomy. Vol. 3, 1904. — 11. Felix W. Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie, Bd. 48, 1889. — 12. Felix W. Anat. Anzeiger, Bd. 3. — 13. Frédéricq L. Génération et structure du tissu musculaire. Bruxelles, 1875. — 14 u. 15. Godlewski E. (jun.). Rozpr. Akad. Umiej w Krakowie, t. 41, seria B., 1901. — 16. Heidenhain M. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungs-geschichte, Bd. 8. 1898. — 17. Heidenhain M. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 43.







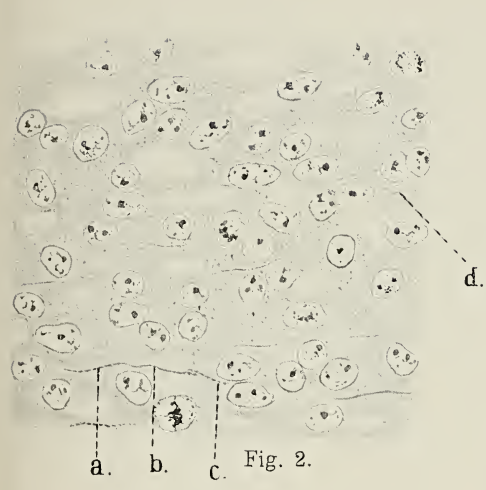


Fig. 2.



Fig. 5.

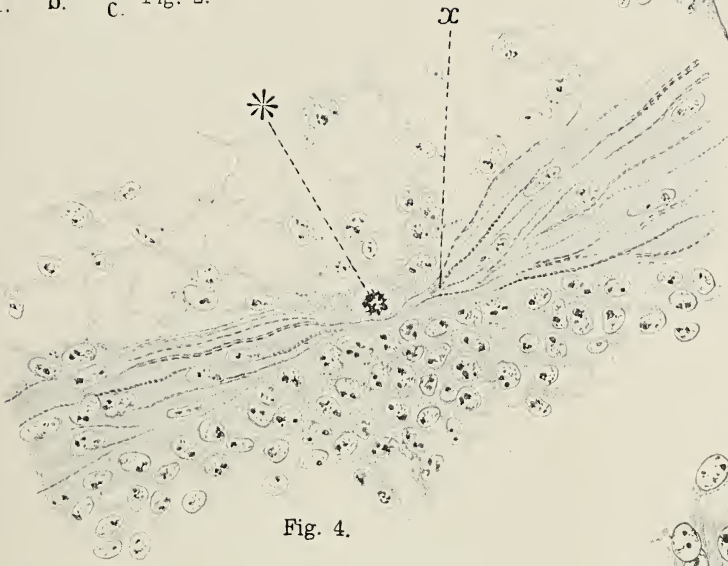


Fig. 4.

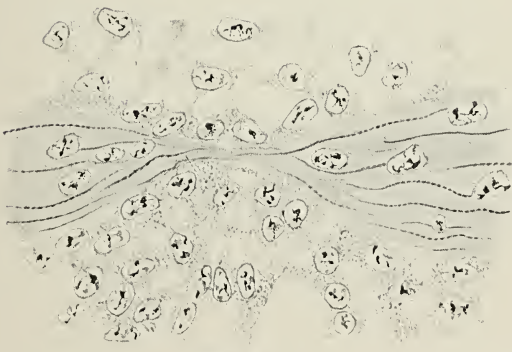


Fig. 6.



Fig. 10.





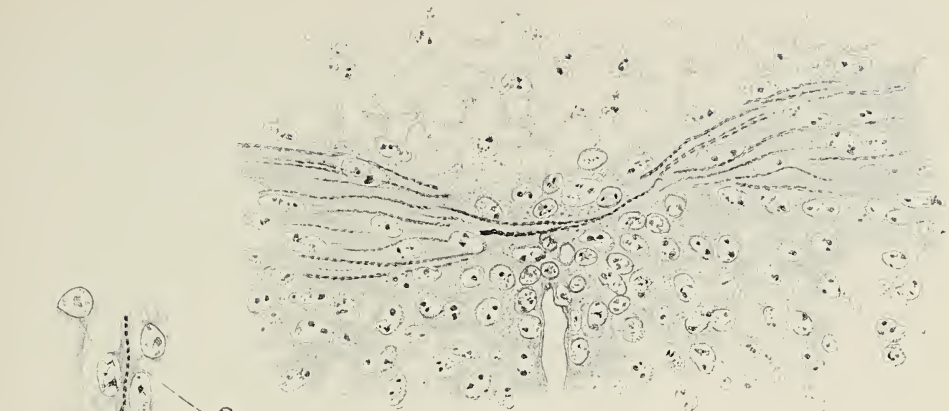


Fig. 7.

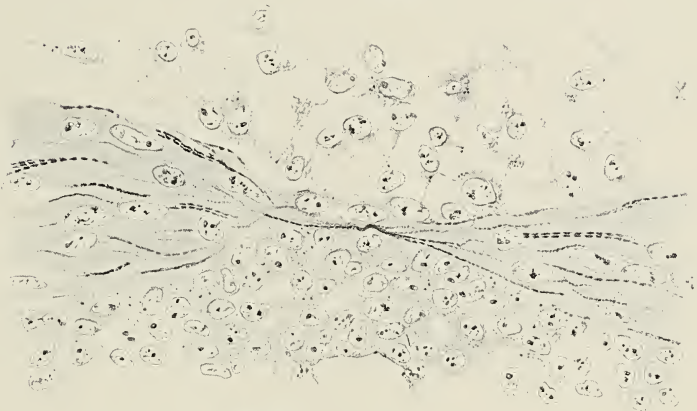


Fig. 8.



Fig. 11

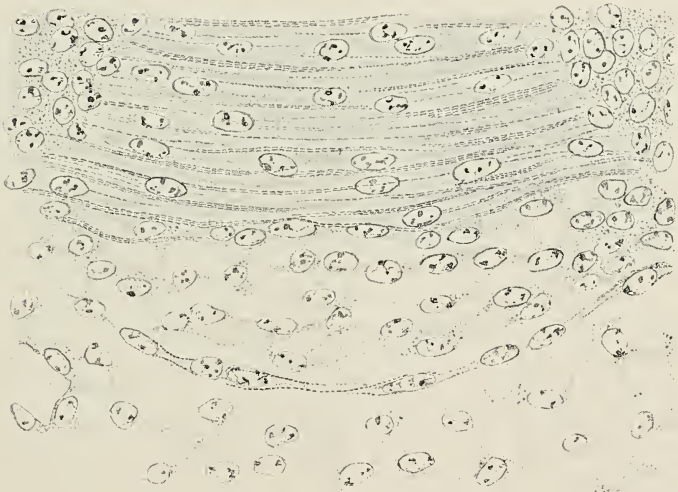


Fig. 9.



1894. — 18. Heidenhain M. Anat. Anz. Bd. 16, 1899. — 19. Heidenhain M. Ibid. Bd. 20. — 20. Hoyer H. (jun.). Bullet. Intern. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, 1901. — 21. Hoyer H. Histologia. — 22. Hertwig R. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, 1905. — 23. Hertwig R. Handbuch der Entwicklungsgeschichte, 1906. — 24. Kästner S. Arch. f. Anat. u. Phys. 1892. — 25. von Kölliker. Handbuch der Gewebelehre, 1889. — 26. Kollmann J. Archiv f. Anat. u. Phys. 1891. — 27. Krösing R. Virchow's Archiv f. path. Anatomie, 128, 1892. — 28. Kupfer. Dissertationsrede, 1845. — 29. Mac Callum J. B. Anat. Anz. Bd. 13. 1897. — 30. Maurer F. Handbuch der vergl. u. experim. Entwicklungsgeschichte, 3. Bd., I. Teil, 1906. — 31. Maurer F. Morphol. Jahrb. Bd. 18, 1891. — 32. Ibid. Bd. 21. 1894. — 33. Marceau F. Ann. Sc. N. 1904. — 34. Mayer S. Anat. Anz. Bd. III. 1888. — 35. Ibidem. Bd. I. 1886. — 36. Meves F. Ibidem. Bd. 31. 1907. — 37. Rabl C. Morphol. Jahrb. XV. u. XIX. Bd. 1889, 1892. — 38. Schneider K. Vergleichende Histologie der Tiere. Jena 1902. — 39. Wagener S. R. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, 1880.

---

17. *O przechodzeniu do moczu mikrobów we krwi krążących. — Étude expérimentale du passage dans les urines de microbes circulant dans le sang.* Mémoire de MM. CH. KLECKI et A. WRZOSEK, présenté par M. T. Browicz m. t.

Le passage de microbes circulant dans le sang à travers le rein lésé étant un fait bien établi, l'élimination de ces microbes par le rein normal n'a cessé jusqu'à ces derniers temps de susciter des opinions contraires. Il y a plus de dix ans, l'un des auteurs du présent mémoire, s'appuyant sur une longue série d'expériences dont la technique paraissait irréprochable, confirma l'opinion émise avant lui par Biedl et Kraus de Vienne d'après laquelle les microbes circulant dans les voies sanguines traversent le tissu glandulaire du rein normal et apparaissent à peu de temps de là dans les urines<sup>1)</sup>. Cette opinion fut adoptée par de nombreux auteurs; cependant les résultats obtenus plus tard par d'autres expérimentateurs ne plaident pas en sa faveur.

Pour élucider cette question d'une façon définitive, nous avons exécuté une série de vingt deux expériences sur des chiens. La technique de ces expériences a été semblable à celle dont l'un de

<sup>1)</sup> K. v. Klecki, Über die Ausscheidung von Bakterien durch die Niere und die Beeinflussung dieses Prozesses durch die Diurese. (*Arch. f. exper. Pathologie und Pharmakologie*, Bd. 39. 1897).



nous s'était servi dans ses études précédentes (cathétérisme permanent des uretères, dans la grande majorité des expériences; prélèvement des urines de la vessie, dans quelques-unes). Nous avons étudié d'une façon tout à fait particulière une complication expérimentale dont l'étude n'était pas suffisamment approfondie dans les recherches antérieures et qui, constituant une cause d'erreur dans ces expériences, pouvait influencer leurs résultats; c'était notamment la présence dans les urines d'hématies; on les y trouvait très souvent en quantité minime qui cependant suffisait pour démontrer que dans ces expériences le passage de microbes circulant dans le sang pouvait se produire directement en dehors de la glande rénale, par une voie artificiellement créée. Nos vingt deux expériences ont mis en évidence la coïncidence du passage dans les urines de l'animal de microbes injectés dans les voies sanguines (*B. Kiliense*, *B. coli commune*, *B. typhi*, *B. pyocyaneus*, *B. prodigiosum*, *Staphylococcus pyogenes aureus*) avec la présence des éléments figurés du sang. Il est vrai que dans ces expériences la quantité du sang déversé dans les urines est souvent minime de sorte qu'il est impossible de déceler les hématies par un examen des urines à l'oeil nu, et même au microscope; mais on peut les constater facilement dans le sédiment des échantillons d'urines recueillis pour l'examen bactériologique; ce sédiment était obtenu à l'aide d'un appareil centrifuge. La sédimentation des urines à l'aide de cet appareil et l'examen de ces sédiments au microscope, appliqués par nous d'une façon systématique dans nos expériences, permettent uniquement de se rendre compte de la fâcheuse complication qui peut modifier les résultats des expériences en question. La coïncidence qui ressort de ces expériences, des microbes dans les urines avec des hématies nous amène à la conclusion que le passage des microbes injectés dans le sang à travers la glande rénale intacte n'est pas démontré; les urines qui ne contiennent pas d'hématies ne renfermant pas non plus de microbes, il n'est pas probable que les microbes puissent traverser le rein normal et être éliminés avec les urines.

L'étude de l'origine des hématies que nous trouvions dans les urines examinées a montré qu'elles ne provenaient pas de l'hémorragie rénale mais bien des parois de l'uretère cathétérisé, notamment de la partie située au-dessus de l'endroit où la canule était fixée à demeure. De l'étude microscopique de la paroi de l'uretère il ressort que les hémorrhagies ne se faisaient pas toujours par la

rupture des vaisseaux sanguins; les hématies pouvaient aussi sortir par diapédèse des voies sanguines au-dessus de la ligature de l'urètre; ceci provient évidemment des rapports anatomiques du système vasculaire compliqué de cet organe.

Institut de Pathologie Générale et Expérimentale de l'Université de Cracovie.

---

18. *Badania doświadczalne nad kiłą; morfologia krętka bladego. — Etude expérimentale de la syphilis; morphologie de Spirochaeta pallida.* Mémoire de MM. **FR. KRZYSZTAŁOWICZ** et **M. SIEDLECKI** m. c., présenté à la séance du 4 Novembre 1907.

(Planches V et VI).

## I.

### Rôle de *Spirochaeta pallida* dans l'étiologie de la syphilis.

Jusqu'à ces derniers temps des travaux paraissent encore qui s'occupent de l'étiologie de la syphilis et de *Spirochaeta pallida* et qui décrivent d'une manière de plus en plus détaillée les divers caractères du parasite, bien que la découverte de Schaudinn et Hoffmann ait été accueillie au début avec une grande méfiance. Ces auteurs eux-mêmes ont exprimé un certain doute dans leur premier mémoire, en disant: „nous sommes loin encore aujourd'hui de porter dès à présent un jugement définitif sur la valeur étiologique de ce microorganisme jusqu'ici inconnu“. Les travaux des différents auteurs, de divers pays et de diverses nationalités, parlaient de plus en plus franchement, de plus en plus hardiment, en faveur de la valeur étiologique de *Spirochaeta pallida*; de sorte qu'à l'heure actuelle, sauf quelques voix discordantes tout à fait exceptionnelles (Thesin, Schultze, Saling), il n'y a personne qui en doute; tout le monde s'attend à la découverte d'un procédé permettant de cultiver ces microorganismes. Quant à ce postulatum, il peut attendre encore longtemps sa réalisation; il est admis aussi pour beaucoup d'autres parasites (spirochètes en général, trypanosomes, parasites du sang) qui sont pourtant reconnus universellement pour facteurs étiologiques de plusieurs maladies. Aussi Neisser constate que la preuve de l'existence constante de

*Spirochaeta pallida* dans tout ce qui appartient à la syphilis et de sa présence exclusive dans la syphilis seule suffit pour le moment, et il ajoute: „à mon avis, cette preuve est, sans contredit, déjà suffisamment produite“.

Il faut donc tout d'abord faire remarquer que la présence de *Spirochaeta pallida* a été constatée presque dans toutes les formes de lésions que l'on rencontre sur la peau, sur les muqueuses ou dans les organes internes, dans tous les stades de la syphilis. Les examens qui ont été faits par divers auteurs concernent des nombres variables de cas. Le pourcentage des résultats positifs était différent, selon les cas étudiés; pourtant presque tous les chercheurs y confirment la présence de *Spirochaeta pallida*.

Les données les plus nombreuses se rapportent aux accidents primitifs où différents auteurs trouvent, dans la plupart des cas, des quantités notables de spirochètes; ils les trouvent non seulement dans la sclérose initiale des organes génitaux chez les hommes et chez les femmes, mais aussi dans les accidents primitifs extra-génitaux, ainsi par ex.: Kowalewski et Csiky dans les chancres primitifs de la paupière, d'autres dans des infiltrations des lèvres de la bouche (Doutrelepont, Lipschütz, Roscher, Herxheimer, Hoffmann, Nicolas, Favre et André, Pascalis, Rille et Vockerodt, Siebert), sur la langue (Spitzer), sur la peau de l'abdomen (Hoffmann), sur les gencives (Glas). Paschen a constaté de même la présence de *Spirochaeta pallida* dans le chancre induré de la portion vaginale de l'utérus. Launois et Laederich ont décrit dans un chancre phagédénique, à côté de *Spirochaeta pallida*, d'autres spirochètes de même que les bacilles fusiformes, comme nous l'avons mentionné, aussi dans un cas dans notre travail précédent.

Quant aux lésions secondaires, tant de la première poussée éruptive que des récidives, les spirochètes ont été constatées le plus souvent et en plus grand nombre dans les papules hypertrophiques ulcéreuses (*condylomata lata*) des organes génitaux externes, dans des papules donc dont la surface est partiellement dépouillée d'épiderme. Mais, en même temps, paraissaient aussi les études concernant les papules sèches, disséminées dans des régions diverses du corps, avec des résultats positifs, comme celles de Rille, de Souza et Pereira, de Spitzer, de Lipschütz, de Roscher, de Thibierge et Ravaut, de Wiens, de Bunch, de Kar-



wacki, de Berger et d'autres. Ces auteurs ont examiné le suc exprimé des papules sèches après l'enlèvement de l'épiderme superficiel, tandis que Levaditi et Petresco, de même que Nigris, provoquaient d'abord la formation d'un phlyctène à la surface de la lésion à l'aide d'un vésicatoire cantharidien. Hermann et Flexner recouraient dans le même but à l'ammoniaque, et Rosenberger — au chloroforme.

Ces examens des lésions syphilitiques fermées où les spirochètes ne peuvent venir du dehors, à côté de l'examen des ganglions lymphatiques et de celui du sang, constituent le détail le plus important dans cette question. Car la constatation fréquente de la présence de *Spirochaeta pallida* dans ces cas est, jusqu'à présent, la preuve péremptoire de sa valeur étiologique. La possibilité de déceler le parasite, même dans des lésions qui ne sont pas ouvertes, est aussi d'une grande importance pour le clinicien parce qu'elle lui permet de faire le diagnostic dans des cas douteux; aussi trouve-t-on de plus en plus souvent des publications consacrées à cette question. Wiens, Berger, Roscher affirment qu'ils font le diagnostic de la syphilis dans des cas douteux en se basant sur la constatation de *Spirochaeta pallida* dans les lésions suspectes et que cette épreuve microbiologique ne les a jamais trompés. Mühlens a reconnu la syphilis après avoir constaté, dans le suc d'un ganglion lymphatique, l'existence de *Spirochaeta pallida* chez un individu qui, au moment de l'examen, ne présentait guère d'autres symptômes; ce n'était qu'ensuite que les lésions caractéristiques firent leur apparition et confirmèrent le diagnostic. Lydia Rabinowitsch faisait l'examen microscopique dans les cas cliniques observés par Heller; elle ne savait point de quelles lésions provenaient les préparations examinées; pourtant le résultat positif de l'examen a été toujours d'accord avec le diagnostic clinique de la syphilis. Un de nous (Krz.) a constaté plusieurs fois la présence de *Spirochaeta pallida* dans des lésions dites secondaires qui n'étaient que soupçonnées d'être de nature syphilitique, et le diagnostic a été ainsi établi. En outre, le diagnostic de la syphilis a été une fois posé en se basant sur le résultat positif de la recherche de *Spirochaeta pall.* dans un chancre qui était complètement cicatrisé à la surface et qui longtemps n'a pas été suivi de l'apparition des lésions secondaires.

Enfin, dans les syphilides vésiculeuses et pustuleuses, on a trou-

vé aussi *Spirochaeta pallida* en quantités différentes (Roscher, Buschke et Fischer, Grouven et Fabry, Kreibich, Siebert, Wolters, Polio et Fontana, Hoffmann, Lipschütz et d'autres). De même, sa présence a été constatée dans les plaques muqueuses de la bouche, du nez et des organes génitaux.

Comme nous l'avons déjà dit, l'examen des ganglions lymphatiques, surtout des ganglions inguinaux, est aussi important pour apprécier la valeur étiologique des spirochètes. Il a été utilisé d'abord par Schaudinn et Hoffmann eux-mêmes; ensuite divers auteurs y ont trouvé *Spirochaeta pallida* en plus ou moins grand nombre de cas; Karwacki en donne 64 pour cent. Mühlens démontre par son cas susmentionné que cet examen peut avoir une importance considérable dans des cas douteux.

La recherche de *Spirochaeta pallida* dans le sang des syphilitiques a aussi une littérature assez riche. Les uns examinaient le sang pris directement des efflorescences cutanées: Ferré, Ploeger, Richard et Hunt, Baudi et Simonelli. Karwacki — le sang des taches de roséole, Flügel — des syphilides maculopapuleuses, Nigris — des papules; les autres utilisaient le sang provenant des endroits de la peau où il n'y avait pas d'éruption, mais pendant la période éruptive (Levaditi — au voisinage de l'éruption). Zabolotny, Raubitschek ont examiné le sang du doigt en pleine période d'éruption et y ont trouvé une quantité assez notable de spirochètes; Noegerath et Stoecklin prenaient pour cet examen le sang veineux ou celui du lobule de l'oreille; Ferré, Nattan-Larrier et Bergeron, Wolters le prélevaient directement dans une veine. Hoffmann a prouvé l'existence du virus de la syphilis dans le sang des malades en inoculant le sang frais à des singes chez lesquels il a obtenu des résultats positifs deux fois sur quatre inoculations. Lévy-Bing fut moins heureux, car il ne trouva pas de spirochètes dans le sang du doigt, ni dans celui des veines.

La constatation des spirochètes dans le sédiment de l'urine a aussi quelque importance (Hirschberg, Dreyer et Toepel, Mac Lennan, Pasini). Doki et Tanaka les trouvent dans le liquide céphalo-rachidien d'une femme qui présentait des syphilides papuleuses, tandis que ce liquide chez des personnes saines ne contenait jamais de spirochètes. Pasini affirme que les spirochètes peuvent se trouver dans l'urine, dans la salive et dans la sueur

des enfants syphilitiques, de même que dans le sperme chez les adultes. On ne peut pourtant attacher beaucoup d'importance à la constatation de la présence de spirochètes dans l'urine ou dans la salive, parce qu'il est souvent impossible dans ces cas d'être bien sûr s'ils ne proviennent pas de quelques lésions syphilitiques latentes de la muqueuse des voies urinaires ou de la cavité buccale et pharyngée, et même s'ils n'ont pas passé dans l'urine, pendant l'émission de celle-ci, des lésions occupant les organes génitaux externes.

Il y a aussi des travaux qui démontrent la présence de *Spirochaeta pallida* dans les lésions syphilitiques tardives. C'est Spitzer qui le premier l'a constaté dans les gommes cutanées, quoique le nombre de spirochètes y fût bien petit. Dudgeon en a trouvé une quantité notable dans une gomme ulcéreuse; Doutrelepont et Grouven ne sont arrivés au même résultat qu'après de longues recherches. Il est plus facile de les constater dans les syphilides ulcéreuses de la syphilis maligne, ce que nous avons mentionné déjà dans nos travaux précédents. Si l'on se souvient de la présence de *Spirochaeta pallida* dans les gommes des organes internes des enfants atteints d'hérédosyphilis, il faut affirmer la présence de ces microorganismes aussi dans les lésions de la syphilis tardive, surtout lorsque les inoculations des gommes donnent chez des singes des résultats positifs (Finger et Landsteiner, Buschke et Fischer, Neisser).

Enfin, l'examen non seulement de la peau, mais aussi des divers organes ne présentant pas de lésions macroscopiques chez les foetus syphilitiques ou chez les enfants nés avec des symptômes de la syphilis héréditaire, examen qui donne un résultat positif est, à côté des résultats susmentionnés, une preuve convaincante que *Spirochaeta pallida* se trouve dans toutes les lésions spécifiques, tant de la syphilis acquise primaire, secondaire ou tardive que de la syphilis héréditaire.

A côté de ces résultats positifs des recherches, si importants pour l'appréciation de la valeur étiologique de *Spirochaeta pallida*, nous trouvons aussi dans la littérature des recherches de contrôle avec des résultats négatifs. Plusieurs auteurs ont examiné à ce point de vue diverses lésions non syphilitiques et ont obtenu des résultats négatifs presque sans exception; quelques-uns étudiaient des cas nombreux (Siebert 46 cas, Oppenheim et Sachs



42 cas). Les cas examinés se rapportaient à diverses affections cutanées de différentes régions du corps ainsi qu'à diverses affections localisées surtout dans la peau ou la muqueuse des organes génitaux ou de la cavité buccale, dans des endroits donc où l'on peut trouver très souvent des spirochètes d'autres espèces. Voici une liste d'affections cutanées et muqueuses dont l'examen fut négatif: chancre mou, herpès génital, balanite, balano-posthite, condylomes acuminés, pus blennorrhagique, sécrétion vaginale, tuberculose de la peau et des muqueuses, épithéliomes.

## II.

### Recherche des spirochètes dans les lésions syphilitiques chez l'homme.

Les matériaux que nous examinions<sup>1)</sup> se composaient principalement de plus d'une centaine de cas de diverses lésions syphilitiques, tant de la syphilis acquise et précoce dans les divers stades de la maladie que de la syphilis tardive et héréditaire. A côté de ces cas, nous avons noté l'examen de plusieurs cas d'affections vénériennes non syphilitiques, comme chancre mou, balanite, condylomes acuminés, tuberculose de la muqueuse, épithéliomes et ulcérations non syphilitiques de la muqueuse buccale. Nous ne donnons donc pas de tableaux cliniques de ces divers accidents syphilitiques primitifs, d'éruptions maculeuses, papuleuses, vésiculeuses et pustuleuses, tant de celles de début que de celles de retour; nous constatons seulement, en général, que nous y trouvions des spirochètes en nombre variable, avec une facilité plus ou moins grande, dans presque tous les cas.

Dans la sclérose initiale, le nombre des spirochètes pâles qui s'y trouvaient a été d'habitude assez considérable et en dépendance de la durée de la lésion. En examinant les infiltrations toutes récentes, âgées de quelques jours, ulcérées seulement à la surface, on pouvait facilement trouver un grand nombre de spirochètes absolument régulières à spires assez aiguës et abruptes (fig. 1, 64). Ces spirochètes se distinguaient par une longueur assez notable et

<sup>1)</sup> Qu'il nous soit permis d'exprimer notre reconnaissance à M. le prof. Reiss et à M. le docteur Borzęcki à qui nous sommes redevables de la plupart de nos matériaux.

par le nombre de spires, et ces caractères oscillaient très peu chez les divers individus trouvés. Il résulterait de nos études que cette grande quantité de spirochètes se maintient, dans les cas non traités, presque au même niveau pendant un certain laps de temps, qu'une pareille abondance persiste dans l'infiltration pendant tout le temps que celle-ci s'accroît et conserve sa forme primitive, caractéristique pour cette lésion. Du moment que l'infiltration se ramollit, après deux à trois semaines de durée, quelles que soient l'étendue et la qualité de la perte de substance à sa surface (nous parlons toujours des cas non traités), la quantité de spirochètes diminue graduellement, et leurs caractères changent aussi.

Comme exemple, nous pouvons citer le chancre induré chez une femme, situé sur la grande lèvre, observé pour la première fois vers le 10-ème jour après son apparition (d'après le dire de la malade) et examiné par nous tous les 2—3 jours pendant 20 jours. Pendant les premiers quinze jours, l'examen montrait presque le même nombre de spirochètes qui, quoiqu'il diminuât un peu dans les derniers jours de cette quinzaine, a pu être constaté comme assez considérable le 15-ème jour encore; le 17-ème jour nous en avons trouvé à grand'peine un petit nombre dans la préparation, et le 20-ème jour il n'y en eut plus dans plusieurs grandes préparations examinées. Pendant tout ce temps, on ne lavait la lésion qu'à l'eau bouillie ou à la solution d'acide borique à 3 pour 100. Quand nous voyions la malade pour la première fois, l'infiltration était érodée superficiellement et recouverte d'une mince fausse membrane diphtéroïde. Cette érosion se nettoyait peu à peu, et dans les derniers jours de l'observation la lésion était recouverte de bourgeons granuleux purs et sains, pendant que l'épiderme se réparait sur les bords.

Ensuite, nos études nous ont appris que ni la qualité ni l'étendue de la perte de substance dans l'accident primitif n'exercent d'influence sur le nombre de spirochètes. Les chancres sales, profonds, mais âgés de quelques semaines, donnaient un liquide qui renfermait, à côté d'autres microbes abondants, très peu de *Spirochaeta pallida*. D'autres exulcérations superficielles, à peine suintantes, dont il était plus difficile d'exprimer un peu de liquide séro-sanguinolent, mais qui duraient depuis un temps plus court, nous donnaient aisément des préparations avec un nombre considérable de *Spirochaeta pallida*. Le facteur le plus important donc,

dont dépendait le nombre de spirochètes, était l'ancienneté plus ou moins grande de l'infiltration.

Le siège de la lésion ne modifiait pas non plus le nombre des spirochètes. Le chancre induré des lèvres de la bouche donnait des préparations aussi riches en *Spirochaeta pallida* que celui des grandes lèvres de la vulve, du prépuce ou de la peau de l'abdomen.

L'emploi des antiseptiques semblait exercer une influence sur le nombre des spirochètes qui se trouvaient dans le liquide exprimé de l'infiltration. Quelques lavages avec une solution de sublimé agissaient d'une telle manière que, dans les préparations prélevées après le lavage, on ne trouvait presque pas de spirochètes. Si cependant, pendant quelques jours après des lavages pareils, on cessait d'employer le sublimé, en ne se servant que de l'eau bouillie, le nombre de spirochètes dans le liquide exprimé augmentait considérablement. Il n'y a donc pas de doute que c'est le sublimé qui exerçait une influence sur le développement des spirochètes; il vient cependant un soupçon à l'esprit que cette influence ne se limite qu'aux couches superficielles et que, par conséquent, les spirochètes se sont développées dans les couches plus profondément situées d'où il a été plus difficile de les faire sortir au dehors par pression. Or, cela serait confirmé par la circonstance susmentionnée que bientôt après la suppression du sublimé on pouvait trouver de nouveau les spirochètes dans le liquide exprimé.

L'âge d'une lésion syphilitique quelconque, non seulement de l'accident primitif, est d'une si grande importance à ce point de vue que, même dans des papules sèches, il est facile de constater les spirochètes si elles sont examinées bientôt après leur apparition. Le nombre de *Spirochaeta pallida*, à vrai dire, n'y est pas aussi considérable que dans l'accident primitif, mais tout de même on peut trouver les spirochètes en quantité beaucoup plus grande dans des papules même petites, mais récentes, que dans des papules plus grandes, mais plus anciennes. Il est bien facile de les constater chez le même individu, si l'éruption n'apparaît que peu à peu: les papules tout récemment formées contiennent une quantité de spirochètes facile à constater, tandis que dans les papules qui se sont déjà modifiées il est très difficile d'en trouver. La même remarque doit être rapportée aux éruptions pustuleuses et vésiculeuses, et même aux syphilides à petites papules, très tenaces, périlaires (syphilides lichénoïdes).



Dans les syphilides papulo-érosives (*condylomata lata*) dont le siège de prédilection est autour des orifices naturels de l'organisme, tant sur les muqueuses que sur la peau, le nombre de *Spirochaeta pallida* était presque toujours aussi considérable que dans les accidents primitifs et d'habitude franchement plus grand que dans les papules sèches. Nous avons constaté cette particularité dans toute une série de lésions pareilles qui siégeaient surtout sur la vulve chez la femme, au pourtour de l'anus et sur la commissure labiale chez les deux sexes, de même que sur le scrotum. Dans ces papules hypertrophiées ulcérées, le grand nombre de spirochètes persistait plus longtemps que dans les papules sèches; il diminuait considérablement lorsque ces exulcérations se recouvraient d'épiderme. Cette circonstance serait donc en opposition avec ce que nous avons dit ci-dessus que la dénudation de la lésion n'influe guère sur le nombre des spirochètes. La contradiction cependant nous semble seulement apparente; car ces papules, que nous appelons condylo-mes plats, se forment aux endroits irrités, hyperhémisés, tandis que sur le reste de la surface cutanée il n'existe très souvent qu'une éruption maculeuse. Ce n'est pas donc l'ulcération, d'ailleurs très superficielle, de l'épiderme proliféré, mais la circonstance que cet endroit de la peau est constamment irrité, qu'il se trouve dans des conditions particulières d'humidité, de chaleur, de congestion, qui semble être la cause de l'existence à cet endroit de conditions beaucoup plus favorables au développement de tous les parasites. Il se peut aussi que le développement des bactéries pyogènes contribue à la reproduction plus rapide des spirochètes dans des tissus ainsi modifiés. Enfin, on peut aussi supposer que les spirochètes réfringents et les bacilles fusiformes, que l'on trouve toujours dans ces formes de lésions, puissent avoir une certaine importance à ce point de vue.

Mais beaucoup plus tôt que le changement du nombre de spirochètes apparaît le changement de leur aspect. Nous avons mentionné déjà que, dans les chancres récents, les spirochètes pâles se ressemblent toutes beaucoup, et c'est par la longueur ainsi que par l'épaisseur, la forme des spires et leur disposition. Souvent, très vite, car déjà après quelques jours, on peut apercevoir, à côté des individus typiques, des formes qui en diffèrent et dont nous allons nous occuper dans la suite de ce travail (fig. 2 et suiv.). Ici nous signalons seulement que cette différence concerne en première ligne

leur disposition. Tandis que dans les chancres récents nous trouvons les spirochètes avec les spires disposées le long d'une ligne droite, avec le temps nous constatons de plus en plus l'existence d'individus infléchis en arc ou en crochet. De même, tandis que dans les lésions récentes nous rencontrons les spirochètes presque d'une même longueur, dans les préparations des mêmes lésions, mais plus âgées, leur longueur varie souvent d'une manière très prononcée. En partie y contribuent aussi les formes divisées longitudinalement, mais incomplètement séparées l'une de l'autre ou unies l'une à l'autre, et qui forment une longue ligne de spirochètes composée de 2—3 individus.

Le genre et la qualité des spires subissent aussi quelques modifications. Dans des formes récentes, les spires sont d'habitude abruptes, comme les ont décrites Schaudinn et Hoffmann, petites, serrées, mais presque égales les unes aux autres, d'un pôle à l'autre. Dans des lésions qui durent déjà depuis quelque temps, les spires deviennent d'abord inégales, plus grandes et plus petites, plus ou moins abruptes. Dans les préparations ultérieures des mêmes lésions, on voit de moins en moins de spirochètes typiques et de plus en plus de celles qui sont rectilignes sur une certaine étendue de leur longueur.

Si l'on tient compte enfin de ce que la largeur de *Spirochaeta pallida* varie aussi considérablement, que dans des lésions plus anciennes nous rencontrons des spirochètes de formes très modifiées, nous devons conclure que les spirochètes peuvent subir, dans l'évolution de la maladie, des changements dont nous parlerons dans la partie morphologique.

### III.

#### Syphilis expérimentale.

Nous nous sommes décidés à faire des inoculations à des singes dans l'espoir de pouvoir, en étudiant les lésions provoquées chez ceux-ci, observer plus facilement toutes les formes de développement et confirmer l'existence des diverses formes et des métamorphoses de *Spirochaeta pallida* que nous avons trouvées dans les lésions syphilitiques chez l'homme. Ces expériences ne nous ont pas donné tous les résultats attendus; elles nous ont permis cependant de constater beaucoup de détails dans la morphologie de *Spirochaeta pallida* et

elles nous ont fait connaître en même temps les symptômes de la syphilis expérimentale qui, même chez les singes inférieurs, peut apparaître d'une manière très nette.

Pour les inoculations nous avons utilisé 10 singes du genre *Macaque* (*Mac. cynomolgus*, *M. rhesus*, *M. sinicus*) et un singe du genre *Cercopithèque*. La matière à inoculer était prélevée par nous de lésions différentes: d'accidents primitifs, d'une papule sèche de la syphilis récente, de condylomes plats, d'éruption papuleuse d'un enfant né vivant de parents syphilitiques, enfin de l'infiltration qui avait apparu chez un singe après qu'il eut été inoculé avec le produit de raclage d'une papule sèche. Comme lieu d'inoculation nous avons choisi les paupières, surtout leur bord et, en quelques cas, outre la paupière, le prépuce ou la vulve.

Nous avons choisi le bord des paupières pour y faire des inoculations en suivant les expériences d'autres auteurs, de Thibierge et Ravaut en particulier, qui ont montré que, tandis que chez les mêmes singes il n'y avait pas de réaction sur d'autres lieux d'inoculation, la lésion spécifique apparaissait sur le bord des paupières. La même chose est attestée par d'autres auteurs, chez les singes inférieurs en particulier (Neisser, Finger et Landsteiner). Nos expériences l'ont confirmée aussi, car les lésions spécifiques apparaissaient après l'inoculation sur les paupières chez les mêmes individus chez lesquels échouaient les inoculations sur les organes génitaux.

Nous inoculons le virus syphilitique non seulement en faisant pénétrer aux endroits susmentionnés le sérum à l'aide de frictions, mais aussi en mettant le produit de raclage de la lésion syphilitique dans une petite poche faite à l'aide d'une incision sur le bord de la paupière où la peau se continue avec la muqueuse. A cet égard, nous avons profité aussi de l'expérience des auteurs qui avaient traité ce sujet (Neisser, Finger et Landsteiner, Kraus) et qui conseillent de faire des incisions plus profondes, des poches dans la peau, pour y inoculer des fragments de tissus ou le suc exprimé.

Avant d'en prendre la matière à inoculer, on nettoyait soigneusement les lésions suintantes (chancres, condylomes) à l'eau salée physiologique stérilisée; les papules sèches, outre le lavage à l'eau et au savon, étaient encore frottées avec un mélange d'alcool et d'éther. Le lieu d'inoculation était désinfecté de la même manière;



en général, nous avons tâché, autant qu'il était possible, d'exécuter d'une manière aseptique toutes les manipulations<sup>1)</sup>. Pour rendre possible la pratique des inoculations, nous anesthésions les animaux à l'aide du chloroforme, ce que les singes supportaient bien.

Enfin nous devons ajouter que nous avons toujours examiné la matière à inoculer au point de vue de la présence de *Spirochaeta pallida* et que nous n'avons fait l'inoculation qu'au cas du résultat positif de cet examen.

Sur 11 animaux inoculés, deux singes sont morts de tuberculose généralisée peu de temps (un mois environ) après l'inoculation; nous n'en parlerons donc point dans notre compte rendu.

Des 9 singes qui ont survécu, chez l'un (*Mac. cynomolgus* N° 1) l'inoculation a complètement échoué, car sur le bord palpébral, au point d'inoculation, n'a apparu chez lui qu'une légère rougeur qui a disparu bientôt. Deux mois après, nous avons obtenu chez le même singe, après une nouvelle inoculation, une réaction nette sur la paupière, nous considérons donc comme cause du premier insuccès une faute de technique (inoculation superficielle).

Outre ce singe, chez deux autres encore le résultat n'était pas complet de sorte que nous le considérons comme douteux. Dans un de ces cas (N° 6), un oedème assez notable de toute la paupière a apparu, pourtant sans infiltration limitée; cet oedème a disparu, sans laisser trace, après quelques jours, et l'examen de la sérosité exprimée de cette lésion n'a pas constaté la présence de spirochètes. Chez l'autre singe (N° 9) chez lequel le résultat d'inoculation était aussi douteux, après l'inoculation du produit de raclage d'une infiltration qui existait sur la paupière d'un autre singe, a apparu une petite papule qui, six semaines après, à partir du jour de l'inoculation, est devenue presque invisible. La recherche de *Spirochaeta pallida* nous a donné, dans ce cas aussi, un résultat négatif.

Il n'y a donc que six sur neuf singes dont l'inoculation nous ait donné un résultat tout à fait positif.

Si nous comparons nos résultats, quant au nombre des cas où l'inoculation a été positive, avec ceux des autres auteurs, nous pouvons constater qu'ils n'ont pas été plus mauvais que ceux de

<sup>1)</sup> En faisant les inoculations, nous avons profité plusieurs fois de l'assistance de M. le docteur Stopczanski que nous remercions ici sincèrement pour son obligeance.

Metchnikoff et Roux, de Finger et Landsteiner et n'ont différé qu'un peu, à notre désavantage, des résultats obtenus par Neisser, Thibierge et Ravaut, chez les singes inférieurs.

Les plaies résultant de l'inoculation se cicatrisaient rapidement sans suppurer; elles se recouvraient seulement d'une croûte fine qui tombait après une semaine environ, presque sans laisser trace.

La durée d'incubation de la lésion qui se formait après l'inoculation n'était pas la même dans tous les cas, comme d'ailleurs tous les auteurs le signalent dans leurs expériences. Nicolle a obtenu des papules après 15—19 jours dans trois cas de l'inoculation chez des macaques (*Mac. sinicus*). Metchnikoff et Roux donnent, comme durée d'incubation, 22 à 37 jours, 29 jours en moyenne, Neisser — 15 à 65 jours, le plus souvent cependant de 3 à 5 semaines; Finger et Landsteiner donnent 10 jours comme minimum, 42 jours comme maximum et 22 jours en moyenne. Thibierge et Ravaut ont constaté des lésions 20 à 35 jours après l'inoculation, enfin Kraus considère 20 jours en moyenne comme le temps d'apparition des lésions, en constatant, d'accord avec Neisser, que celles-ci ne se montrent jamais avant quinze jours. Ces différences, d'ailleurs pas trop prononcées, viennent probablement de ce que le début de la lésion n'est pas déterminé de la même manière. Finger fixait le début de la lésion déjà au moment d'apparition d'une rougeur, même insignifiante, tandis que Neisser ne considère comme lésion caractéristique que la papule bien nette.

Dans nos expériences, nous ne notions le temps d'apparition d'une lésion qu'alors que, chez un singe vu dans sa cage, regardé donc à une certaine distance, on pouvait apercevoir un oedème bien apparent. Ainsi, nous avons observé l'infiltration sur la paupière le plus tôt le 19-ème jour après l'inoculation et le plus tard — après un mois, nous pouvons donc désigner en moyenne le 23-ème jour après l'inoculation comme le moment d'apparition d'une lésion syphilitique franche.

Le résultat positif consistait dans l'apparition, au point d'inoculation, d'une petite papule, recouverte d'une squame dont l'arrachement laissait voir une surface luisante et rouge, mais lisse, sans érosion. Nous obtenions donc les lésions que décrivent Thibierge et Ravaut, tandis que Finger et Landsteiner parlent, au contraire, de l'apparition d'une croûte dont l'avulsion faisait voir des

érosions plates à contour net. La papule qui avait apparu après l'inoculation était, dans tous nos cas, un peu plus dure que les tissus avoisinants. Il est cependant impossible de parler ici d'une induration aussi prononcée que dans l'accident primitif chez l'homme; il y existe une infiltration qui se laisse sentir dans la peau sous la forme de papule, comme Thibierge et Ravaut. Finger, Kraus, Neisser le constatent à l'aide d'examen histologique, ce dont nous nous sommes assurés nous-mêmes dans un cas.

Les lésions de ce genre, obtenues après l'inoculation, se modifiaient dans nos cas en quelques semaines. Mais nous devons déclarer franchement que ces modifications étaient très différentes dans deux groupes de cas. Dans l'un (3 cas), la lésion n'augmentait que très peu pendant 2 à 3 semaines à partir du moment de son apparition, et ce n'est qu'ensuite qu'elle commençait à se modifier, en se colorant en jaune rouge plus intense et en diminuant de volume, pendant que la surface de la lésion se desquamait d'une façon apparente.

Dans le second groupe des cas (aussi 3 cas), les lésions qui s'étaient formées après l'inoculation se modifiaient d'une façon toute différente. Tandis que, dans le premier groupe, l'accident primitif n'augmentait que très peu, dans le second groupe des cas, les lésions s'accroissaient pendant quelques semaines considérablement, en s'étendant d'habitude sur toute la longueur du bord de la paupière. Dans cette phase de son développement suprême, la lésion était composée de papules isolées ayant les mêmes caractères que la papule primitive, mais plus saillantes et recouvertes d'une croûte squameuse au-dessous de laquelle on apercevait une surface lisse et luisante.

La résolution de la lésion demandait aussi un laps de temps beaucoup plus long dans ces cas que dans ceux du premier groupe. Dans un cas, trois mois après l'apparition de l'accident primitif, la lésion, bien que déjà en voie de résolution, était encore apparente. Dans un autre cas, dix semaines après le début de la lésion, l'infiltration était si développée que l'on en a enlevé un fragment pour l'inoculer à un autre singe et on a obtenu un résultat positif, bien que plus faible. Dans ce cas, cinq mois après le moment d'apparition de la lésion, celle-ci, plus petite et plus plate à vrai dire, occupait encore le bord de la paupière.

Le troisième cas présente dans son évolution tant de particu-



larités intéressantes que nous le décrirons d'une manière un peu plus détaillée.

Le singe (*Macacus rhesus*, N° 4) a été inoculé le 24 mai 1906 sur le bord de la paupière gauche et sur la face interne du prépuce. Pour cette inoculation, nous avons utilisé le produit de raclage d'un chancre de la lèvre de la bouche. Le 20 juin on a noté que depuis quelques jours une rougeur de la paupière avait été aperçue; on peut donc fixer le début de la lésion à 20 jours environ après l'inoculation. A l'examen plus minutieux, après avoir endormi le singe, nous avons constaté chez l'animal, sur le bord palpébral, une papule bien nette, de la grosseur d'un grain de mil. Quinze jours plus tard la lésion était plus grande, plus diffuse et recouverte d'une squame dont l'avulsion laissait voir une surface franchement rouge, luisante et sèche. Un mois plus tard la lésion primitive s'est accrue considérablement; trois mois après l'inoculation, elle occupait toute l'étendue du bord de la paupière. Cette lésion s'élevait alors au-dessus de la surface de la peau avoisinante, elle était de couleur rose, à surface moins lisse qu'auparavant, et elle s'étendait, sous forme d'une bande d'inégale largeur, sur tout le bord de la paupière. Elle ne faisait donc pas l'impression d'une infiltration homogène qui occuperait toute l'épaisseur de la peau de la paupière et, en partie, de la muqueuse à son bord, mais d'une infiltration composée de papules isolées de dimensions différentes qui étaient situées d'une manière serrée, les unes à côté des autres.

Cette grande lésion demeurait presque sans modification pendant longtemps (deux mois environ) de sorte qu'en novembre de la même année, c'est-à-dire environ six mois après l'inoculation, nous avons noté presque le même tableau. A partir de ce moment à peu près, les papules ont commencé à diminuer et à s'aplatir, mais l'absorption de l'infiltration avançait si lentement que la résolution de cette lésion durait encore cinq mois environ.

Au mois de mai de l'année suivante (1907), quand au bord de la paupière il n'y avait qu'une trace de la lésion, nous avons remarqué une rougeur légère sur la portion supérieure de la même paupière au-dessous du sourcil et, quelques semaines plus tard, trois papules rangées en série et séparées l'une de l'autre par des petits ponts d'une peau tout à fait normale. Ces petites papules qui atteignaient la grosseur d'une lentille et qui étaient d'abord sèches et

peu élevées, augmentaient peu à peu de volume et prenaient une forme plus diffuse. Le 20 septembre 1907 (seize mois après l'inoculation), quand on exécutait la photographie reproduite dans ce travail (fig. 58). le tableau était suivant: sur la paupière gauche, à sa partie supérieure au-dessous de sourcil, on voit trois lésions plates, peu élevées au-dessus de la peau avoisinante; celle du milieu est la plus grande, des dimensions d'un petit haricot, les deux latérales sont de la grosseur d'une lentille; celles-ci sont tout à fait sèches, comme effondrées, d'une couleur plus jaune, tandis que celle du milieu est légèrement saillante, d'une couleur franchement rouge, à surface en partie dépouillée d'épiderme et suintante; la grande lésion est légèrement déprimée, ses bords sont un peu élevés et nettement délimités de la peau avoisinante.

Dans leur ensemble, ces papules ne donnent pas l'impression des papules de la syphilis récente (*syphilis papulosa*), mais plutôt des papules syphilitiques que l'on rencontre d'habitude dans les périodes plus tardives ou dans la syphilis maligne (*syph. papulosa erosiva serpiginosa*).

Les ganglions du cou, des aisselles et des aines, et même les ganglions épitrochléens se laissent sentir aisément au toucher en nombre assez considérable et sont d'une dureté moyenne.

Un mois plus tard (à la fin du mois d'octobre) les lésions susmentionnées se sont fondues en une seule et se sont rapprochées davantage de l'angle interne de l'oeil. La surface de cette lésion était recouverte d'une croûte dont l'arrachement a fait sourdre un peu de sang (fig. 59).

Nous devons enfin ajouter que, le 28 septembre 1906, avec des produits de raclage de l'accident primitif de la paupière du singe décrit ci-dessus, nous avons inoculé un autre singe (*Mac. cynomolgus* N° 10). Après 28 jours, sur le bord de la paupière de l'animal inoculé apparut une infiltration bien apparente, quoique petite, dont on a retiré par expression un liquide contenant *Spirochaeta pallida*. Cette lésion a atteint les dimensions d'une lentille et a persisté pendant six semaines environ; nous l'avons mise dans le groupe de la forme abortive.

En parcourant la littérature qui s'y rapporte, on peut conclure que les divers auteurs obtenaient, à la suite de l'inoculation de la syphilis aux singes inférieurs, des lésions bien apparentes, mais

éphémères dans la plupart des cas. Tant Neisser, Metchnikoff et Roux que Finger et Landsteiner, Kraus, Thibierge et Ravaut parlent de papules dont la durée était très courte, de même que d'infiltrations qui s'étendaient, en occupant souvent toute la paupière. C'est pourquoi, dans nos cas, la division en deux types est bien fondée. Un de ces types comprend les lésions passagères qui, eu égard à leur peu de durée et à leur promptة résolution, nous feraient incliner à admettre la forme abortive des lésions. Dans l'autre type des cas, la réaction qui y apparaît après l'inoculation pourrait être appelée chronique. La différence fondamentale de ces deux groupes consiste dans l'évolution de la lésion, car dans les cas du deuxième type la papule, une fois formée, s'étend au voisinage le plus proche, immédiatement à côté de celle-ci apparaît un nombre plus grand de papules qui deviennent plus saillantes, plus grandes et beaucoup plus durables que la papule unique qui atteint vite son apogée et disparaît vite.

Nous apprécions la nature syphilitique de ces lésions aujourd'hui autrement qu'on ne le faisait dans les études de début quand *Spirochaeta pallida* n'était pas connue. R. Kraus a raison lorsqu'il en dit que „ce n'est que la constatation des spirochètes dans les tissus qui peut être à présent la preuve de l'inoculation réussie“. Aussi, dans nos cas, avons-nous tenu surtout à avoir cette preuve. Dans chaque cas donc nous avons fait des recherches très vétilleuses de *Spirochaeta pallida* dans nos préparations. En nous appuyant sur ces recherches, nous pouvons affirmer la présence de *Spirochaeta pallida* dans tous les cas de la syphilis chez des singes, tant dans les formes abortives des lésions que dans les chroniques.

Les spirochètes pâles que l'on trouvait chez les singes se comportaient d'une manière variable. D'abord, en comparaison des lésions chez l'homme, elles étaient peu nombreuses dans toutes les préparations: nous en trouvions moins dans les cas de la forme abortive, un peu plus dans le groupe des lésions plus apparentes. Quant à leur aspect, les unes des spirochètes trouvées ne différaient en rien de ces spirochètes typiques que l'on rencontre d'habitude chez l'homme (v. la phot.); les autres, à côté de celles-là, avaient des spires moins égales et les contours du corps moins nets. En outre, dans le suc exprimé des lésions chez les singes nous en trouvions beaucoup d'autres formes dont nous parlerons dans la suite de ce



travail; jamais cependant nous n'avons trouvé de spirochètes d'une autre espèce.

Parmi les auteurs qui se sont occupés de l'inoculation de la syphilis aux singes, les suivants ont constaté la présence de *Spirochaeta pallida* dans les lésions causées par l'inoculation chez les macaques: Metchnikoff et Roux, Kraus et Pranschoff, Hoffmann, Neisser, Schaudinn, Buschke et Fischer, Ils trouvaient ces spirochètes non seulement dans les cas où l'inoculation a été faite avec des produits des lésions humaines, mais aussi alors que la lésion chez un singe avait apparu après l'inoculation du produit d'une lésion d'un autre singe, ce que nous pouvons confirmer aussi dans nos cas. Même le passage du virus par toute une série d'animaux a permis de constater la présence de *Spirochaeta pallida* (Thibierge, Ravaut et Le Sourd après la troisième inoculation, Finger et Landsteiner à la douzième).

Les lésions qui se sont formées dans le cas décrit par nous plus haut en détail démontrent que dans quelques cas d'inoculation réussie il peut apparaître, même chez les singes inférieurs, une infection qui doit être considérée comme plus généralisée qu'elle ne se rencontre d'habitude. Nous trouvons des cas pareils mentionnés chez les divers auteurs. Zabolotny parle d'éruptions passagères chez les singes inférieurs (*Cynocephalus babouin*). Siegel a présenté un singe inoculé (*Macacus rhesus*) chez lequel des papules suintantes ont apparu aux extrémités inférieures et aux fesses. Ces deux auteurs n'ont donné aucune preuve que les lésions observées fussent réellement syphilitiques. Neisser qui a eu l'occasion d'observer un nombre si considérable de singes de diverses espèces a donc raison lorsqu'il dit que chez ces animaux diverses efflorescences éruptives et impétigineuses apparaissent très souvent sur la peau, surtout quand ils se trouvent dans des conditions d'existence moins favorables.

Cet auteur cependant, ainsi que Finger et Landsteiner, Metchnikoff et Roux, Hoffmann, Kraus, Brüning, Ehrmann, décrivent l'apparition d'éruptions dans le voisinage de l'accident primitif en voie de résolution ou même déjà cicatrisé. Neisser et presque tous les auteurs susmentionnés parlent des récidives régionales sous la forme annulaire serpiginieuse qui est connue aussi chez l'homme sous le nom d'infection régionale (Lang), ou bien sous celui de proliférations locales *in situ* (Hallopeau).

Neisser décrit même une éruption pareille qui a récidivé à deux reprises: une fois 44 et une deuxième fois 214 jours après la cicatrisation de l'accident primitif.

Dans notre cas aussi il ne peut être question que de lésions régionales semblables, mais même alors ce cas doit être considéré comme exceptionnel. Car il faut rappeler que l'accident primitif s'était étendu déjà, dans ce cas, considérablement, de sorte que les papules secondaires sur le bord de la paupière qui apparaissaient peu à peu graduellement, et qui ont persisté si longtemps, doivent être considérées comme infection régionale. Ce n'est qu'un an après l'inoculation que s'est développée la lésion qui a pris la forme serpiginieuse, et qui se présente comme une seconde récidive de l'infection dans les parties avoisinantes de l'accident primitif. Une particularité importante, dans ce cas, est constituée par la tuméfaction des ganglions lymphatiques dans diverses régions du corps, ce qui nous porterait à supposer que l'infection ait été, dans ce cas, générale.

Nous savons des expériences de Neisser que l'inoculation des organes internes des singes inférieurs donnait des résultats positifs, ce qui prouve qu'en réalité une généralisation du virus peut se produire même chez les singes de cette espèce. Schaudinn a trouvé même des spirochètes dans la rate et dans la moelle des os chez un macaque 7 mois après l'inoculation. Zabolotny a démontré leur présence dans les organes internes du *Cynocéphale babouin*. R. Kraus cependant exprime quelques doutes si la généralisation du virus chez les singes inférieurs serait une manifestation de l'infection générale; et, quoique Neisser soit enclin à considérer ces singes comme syphilitiques, Kraus dit seulement, en éliminant l'infection générale, que les singes inférieurs ne sont que „les porteurs des spirochètes“ (*Spirochätenträger*), car, d'après lui, il n'y a pas de symptômes cliniques ni anatomiques de l'infection.

Notre cas donc plaide plutôt pour l'opinion de Neisser que même chez les singes inférieurs une généralisation du virus peut se produire. L'éruption qui a apparue, dans ce cas, dans le voisinage du point d'inoculation prouve que nous y avons affaire à des manifestations régionales, mais elle n'exclut point que le virus existe dans toute l'économie, surtout si nous nous rappelons l'état des ganglions lymphatiques, malgré l'absence de toute manifesta-

tion cutanée. Car on peut affirmer péremptoirement avec Neisser que les observations cliniques ne suffisent pas pour constater l'état réel de l'extension du virus dans l'économie. Et la durée d'incubation des lésions (un an après l'inoculation), au moment où l'accident primitif, de même que les papules avoisinantes, ont disparu tout à fait, parlerait aussi pour la généralisation du virus, tandis que l'apparition de l'éruption aux environs de l'endroit où l'accident primitif était antérieurement situé ne prouverait qu'une accumulation plus considérable ou un développement plus intense des parasites à cet endroit.

Enfin, la manière d'être des spirochètes et surtout leur nombre pourraient servir aussi d'indice. Tandis que dans l'accident primitif le nombre des spirochètes typiques était très insignifiant, car dans plusieurs préparations nous n'en avons trouvé que quelques-unes, dans chaque préparation on a pu trouver quelques spirochètes lorsque la lésion s'était considérablement étendue, et dans les lésions ultérieures le nombre des spirochètes était aussi plus considérable que primitivement; à côté de spirochètes typiques on y rencontrait plusieurs autres formes que nous décrirons plus loin dans la partie morphologique.

Outre les expériences susmentionnées, nous avons inoculé à un singe (*Mac. cynomolgus*) des spirochètes de la fièvre récurrente (*spirochètes d'Obermeyer*) dont nous sommes redevables à l'obligeance de notre collègue M. le docteur Malinowski de Varsovie, ce dont nous le remercions vivement. Ces spirochètes provenaient du sang des malades atteints de fièvre récurrente qui sévissait épidémiquement ce printemps à Varsovie. Le singe susmentionné a fait la maladie à deux rechutes, dont chacune durait quelques jours en se dissipant enfin au milieu de symptômes de prostration.

Pour faire la comparaison, nous avons prié aussi M. le docteur Plaut de Hambourg de nous envoyer de l'Institut des maladies exotiques (Institut für Tropenkrankheiten) un peu de sang d'oie qui contînt *Spirochaeta gallinarum*, ce qu'il fit. Qu'il nous soit permis de lui exprimer notre sincère reconnaissance pour cette obligeance. Le spécimen de sang reçu de Hambourg a été inoculé à une oie dont le sang a été injecté ensuite à d'autres oies et à des poules.



## IV.

## Méthodes de recherche.

Pour étudier les détails de structure de *Spirochaeta pallida* et les changements qui s'y produisent, nous avons tâché d'employer toujours, dans tous les cas, les mêmes procédés d'exécution des préparations et de leur coloration.

Les accidents primitifs ulcérés, les condylomes plats et les lésions ouvertes, en général, étaient lavés d'abord à l'eau stérilisée ou à une solution de chlorure de sodium, tandis que les efflorescences sèches, comme papules, ou fermées, comme pustules et gommes, étaient nettoyées à l'eau et au savon, et ensuite au mélange d'alcool et d'éther. Nous prélevions des lésions ouvertes un liquide clair, légèrement sanguinolent, que nous faisons sortir en comprimant le pourtour de la lésion, et nous l'étalions sur des lames porte-objets avec une spatule en platine. Nous exprimions de la même façon le suc des tissus des lésions syphilitiques compliquées après en avoir enlevé les bulles, les pustules ou les croûtes et après les avoir lavés au liquide stérilisé. Du bord des gommes et des ganglions, le suc était aspiré à l'aide de la seringue de Pravaz. Des papules sèches le liquide à examiner était obtenu en y provoquant la formation de bulles, soit au moyen d'un vésicatoire cantharidien, soit au moyen de l'ammoniaque ou du chloroforme. Mais le plus souvent, après avoir bien lavé la peau, nous avons touché la papule avec une spatule en platine chauffée au-dessus d'une flamme et, quelques minutes après, en comprimant la lésion des deux côtes, après en avoir enlevé l'épiderme mortifié, nous obtenions une certaine quantité d'un liquide clair, légèrement coloré en rose. Des organes internes des fœtus syphilitiques nous exprimions le suc du fragment excisé directement sur une lame porte-objet.

Pour fixer le liquide étalé sur la lame, nous avons utilisé d'abord l'alcool éthylique ou l'alcool méthylique, en les laissant agir sur les préparations, préalablement séchées à l'air, pendant 10 à 15 minutes. Cependant, lorsque Hoffmann et Halle eurent conseillé de fixer le liquide étalé au-dessus des vapeurs d'acide osmique, c'est de cette manière que nous fixions nos préparations, surtout dans le but d'étudier la structure de la spirochète. En suivant strictement la méthode de ces auteurs, nous soumettions d'abord pendant 2 à 3 minutes les lames nettoyées à l'action des vapeurs osmiques au-

dessus d'un vase qui contenait une solution d'acide osmique à 1 pour 100, avec ou sans addition de quelques gouttes d'acide acétique; ce n'est qu'ensuite que nous étalions sur ces lames le liquide à examiner et soumettions une deuxième fois la préparation encore humide à l'action des vapeurs osmiques pendant 1 à 2 minutes. La préparation ainsi fixée et ensuite séchée à l'air était mise dans la solution de Giemsa (1 goutte du colorant pour 1 cmc. d'eau) pour plusieurs heures; ensuite, après l'avoir bien lavée à l'eau distillée, nous la décolorions pendant quelques minutes par une solution de tannin à 25 pour 100 et lavions bien encore une fois à l'eau distillée. Un lavage rapide, après ce traitement, à l'alcool absolu ne nuit pas à la coloration et nettoie mieux la préparation. De cette manière nous obtenions les préparations où les spirochètes étaient colorées très nettement, en ressortant bien sur un fond propre, très légèrement coloré. Les globules rouges étaient fixés dans une forme beaucoup moins modifiée qu'après l'emploi de l'alcool, ce qui a été remarqué déjà par Weidenreich.

Le formol, employé au lieu de l'acide osmique, accomplit bien aussi dans ce cas son rôle; pourtant la force de coloration et la clarté de l'image sont plus grandes après l'emploi de l'acide osmique ce qui parle, à notre avis, en faveur de ce fixateur. Le formol a seulement ce grand mérite qu'il est beaucoup moins cher, et qu'après son emploi on peut se servir de tous les procédés de coloration, tandis qu'après la fixation par l'acide osmique quelques procédés, comme celui de Marino, celui de Leishman etc., ne donnent pas de résultats aussi excellents.

La décoloration finale par la solution de tannin nettoie la préparation, en éloignant les précipités de matière colorante qui se forment souvent dans la préparation à la suite d'une coloration prolongée par la solution de Giemsa, et en fixant en même temps le colorant dans les spirochètes seules; c'est pourquoi nous obtenons une préparation propre et les spirochètes pâles colorées d'une façon nette en violet rouge, tandis que d'autres spirochètes sont d'une couleur plus bleuâtre. En comparant donc les préparations colorées par cette méthode aux préparations faites souvent du même matériel mais colorées par d'autres méthodes, nous avons acquis la certitude qu'aucun des procédés connus de coloration ne peut rendre autant de services que celui que nous employions, lorsqu'il s'agit d'études plus précises, minutieuses, concernant soit la forme du corps de la

spirochète, soit les détails de sa structure, soit enfin le changement de son aptitude pour la coloration.

La propriété de l'acide osmique de bien fixer les éléments cellulaires mêmes est aussi très importante en ce qui concerne les spirochètes, car en employant ce fixateur on a n'a pas d'illusion quant aux formations qui se trouvent sur les globules sanguins ou en dedans de ceux-ci. L'alcool, en fixant les éléments cellulaires, surtout les globules rouges, amène des changements de leur forme, leur ratatinement; par conséquent, après la coloration, à leur surface ou à leurs contours apparaissent des lignes qui peuvent imiter soit les spirochètes soit des formations qui en proviennent.

Beaucoup d'autres procédés de coloration dont nous nous sommes servi pour comparer les diverses techniques de coloration, ont ce mérite qu'ils sont plus expéditifs; c'est pourquoi ils peuvent avoir beaucoup de valeur à la clinique, pour l'examen extemporané, dans le but de constater la présence de spirochètes dans la préparation. En première ligne, il faut mentionner les modifications de la méthode de Giemsa données par Giemsa lui-même et par Preis (coloration à chaud). ensuite les méthodes de Marino et de Levaditi dont nous avons parlé dans nos travaux précédents, enfin la méthode de Herxheimer (solution aqueuse concentrée de violet de gentiane). Celle-ci donne des résultats particulièrement bons dans les préparations qui contiennent beaucoup de globules rouges ou de fibrine, car ces éléments ne se colorent que d'une façon très faible en comparaison des spirochètes. On peut aussi recommander pour la constatation rapide de l'existence des spirochètes les procédés de coloration, proches l'un de l'autre, de Leishman, de Jenner, de Goldhorn; ce procédés ont le défaut qu'après la coloration il se forme sur la préparation beaucoup de précipités de matière colorante.

Toutes les méthodes où l'on se sert de mordantage (Zabolotny, Karwacki) ou bien de chauffage de la solution colorante sur la lamelle (Horand) ne peuvent convenir aux études plus précises de la structure de la spirochète, parce qu'elles donnent trop d'images artificielles et modifient par trop la structure propre de l'animal.

---

En parlant de la technique des recherches, nous devons appeler l'attention sur ce que l'inoculation de la syphilis aux singes exige



absolument un traitement soigneux des individus destinés aux expériences. Nos singes étaient conservés dans des cages en fer à fond mobile; la cage entière était nettoyée très souvent, et plusieurs fois par jour on répandait de la sciure de bois fraîche sur le fond de la cage; les singes étaient nourris surtout de carottes, de riz et de froment; la nourriture était abondante et donnée toujours aux mêmes heures. De cette façon nous avons évité l'infection des animaux par des bactéries qui auraient pu amener des changements sur leur peau et nous avons pour nos expériences des individus sains et forts.

## V.

### Morphologie de *Spirochaeta pallida*.

La spirochète pâle a été décrite plusieurs fois déjà par divers auteurs, et on a donné souvent les caractères morphologiques qui la distinguent des êtres semblables d'autres espèces; néanmoins nous devons encore une fois nous occuper de sa forme et de sa structure, car nos observations et notre manière de voir diffèrent un peu de celles des autres auteurs.

Schaudinn qui a découvert *Spirochaeta pallida* (*Treponema pallidum*) dit dans ses descriptions qu'il est facile de distinguer ce microorganisme des autres spirochètes surtout d'après la forme de son corps qui a l'aspect d'un ressort à boudin, à spires serrées, profondes et régulières dont le nombre oscille, chez divers individus, de 10 à 26. Les extrémités de son corps, d'après Schaudinn, sont effilées en pointes ténues; toutes les deux se terminent par des flagelles assez longs sur lesquels les spires sont disposées d'une manière tout à fait semblable à la disposition des spires du corps. La chose la plus importante qui, d'après Schaudinn, ne peut être observée que chez *Spirochaeta pallida* est que la forme de ressort à spires serrées et abruptes est visible chez les exemplaires vivants non seulement pendant leur mouvement mais aussi à l'état de repos. Le corps de *Spirochaeta pallida* serait donc rigide comme s'il était façonné d'un seul morceau, et il conserverait toujours cette forme sans changement.

En examinant les préparations et les exemplaires vivants qui provenaient de diverses lésions syphilitiques nous avons observé souvent des formes qui différaient beaucoup du type de *Spirochaeta*

*pallida* décrit par Schaudinn comme le seul type normal. Ces formes cependant n'avaient l'aspect ni des exemplaires altérés ni de ceux en voie de désagrégation. Nous supposons donc que la spirochète pâle peut avoir des formes différentes aux diverses périodes de sa vie.

Dans sa forme la plus caractéristique, *Spirochaeta pallida* se présente en effet comme un filament allongé et enroulé en guise de ressort à boudin comme l'a décrit Schaudinn. Au premier coup d'oeil, ses spires semblent tout à fait égales et régulières (fig. 1). Si on l'examine cependant à un très fort grossissement, on peut constater facilement que, même chez les formes en apparence les plus régulières, toutes les spires n'ont jamais la même configuration. Si l'on mesure avec précision leur hauteur ou leur ouverture, ou si l'on les dessine avec beaucoup de précision, à l'aide d'un appareil à dessiner bien à point, on trouve toujours des différences entre les spires d'un même individu (fig. 1 et fotogr. 63.). De même, si l'on regarde attentivement les dessins ou les photographies des spires, donnés par divers auteurs et même par Schaudinn, on voit nettement que même les exemplaires qui ont été donnés comme type de la spirochète normale n'ont pas des spires tout à fait égales.

En prenant cependant la moyenne de la longueur et de l'ouverture des spires chez les spirochètes droites et les plus régulières, nous pouvons donner les nombres suivants:

Longueur de la spire, entre deux sommets =  $1.3 \mu$ .

Longueur du corps du point le plus haut au point le plus bas de la courbure sur la même spire =  $1 \mu$  environ.

Ouverture de l'angle de la spire =  $80^\circ$  à  $90^\circ$  environ.

Mühlens et Hartmann donnent des dimensions à peu près semblables.

La largeur du corps de *Spirochaeta pallida* est très petite; elle est égale en moyenne à  $\frac{1}{4} \mu$  environ; quant à cette dimension nous sommes d'accord avec plusieurs autres auteurs.

Le corps de la spirochète n'est pas de la même largeur sur tout son parcours; vers les deux extrémités il se rétrécit considérablement et devient de plus en plus ténu; il se transforme enfin en un filament si délicat qu'il est souvent difficile de distinguer sa terminaison. Sur ce fin filament terminal qui atteint des longueurs très différentes, on peut constater cependant la même ondulation que

sur tout le corps de la spirochète (fig. 2., 3.). Souvent, lorsque l'extrémité du corps est très fine et longue, on a presque l'impression que l'on a affaire à un flagelle bien distinct attaché à l'extrémité du corps; cependant, comme nous l'avons signalé déjà dans notre communication préliminaire, nous pensons qu'il faut considérer cette terminaison aiguë comme le prolongement du corps même de la spirochète et non pas comme un flagelle que l'on observe chez les Flagellés ou chez les Bactéries.

Les spires du corps n'étant pas de longueur toujours égale et les extrémités du corps pouvant être développées d'une manière différente, il est difficile de déterminer la longueur du corps de *Spirochaeta pallida*, d'autant plus que le nombre des spires du corps peut être aussi très différent. Déjà Schaudinn dit qu'il peut y en avoir de 10 à 26; Mühlens et Hartmann affirment que la longueur de la spirochète peut varier entre 10 et 20  $\mu$ ; comme ils attribuent à une spire la longueur de 1.2  $\mu$ , il s'ensuit que la spirochète peut avoir de 8 à 16 spires. Mac Weeney donne 12 comme le nombre moyen de spires. Si nous ajoutons encore que les spires peuvent parfois se redresser un peu ou devenir plus serrées, nous allons comprendre que la longueur de la spirochète ne peut être considérée comme un caractère spécifique réel.

Chez des spirochètes qui possèdent environ 10 spires du corps, fixées par les vapeurs osmiques et colorées par la méthode de Giemsa, la longueur de 12 à 15  $\mu$  peut être considérée comme moyenne.

Nous avons mentionné ci-dessus que les extrémités du corps de *Spirochaeta pallida* sont beaucoup plus fines que son milieu. D'habitude, sur les deux dernières spires du corps (fig. 1., 2., 3.) on peut apercevoir des contours qui se rétrécissent peu à peu tandis que l'extrémité du corps elle-même peut se transformer en un filament tout à fait fin qui a les mêmes spires que tout le corps et qui se termine souvent en pointe si fine qu'il est difficile d'apercevoir sa limite définitive; déjà Milián a attiré l'attention sur ce fait. Quant aux spires situées vers le milieu du corps, elles sont toutes plus ou moins de la même largeur; ce n'est que chez des spirochètes qui sont composées de quelques (4 ou 5) spires seulement que l'on peut voir le corps qui se rétrécit uniformément à partir du milieu vers les deux extrémités (fig. 54., 55.).

Le prolongement du corps dont nous avons parlé, sous forme



de long filament, pourrait produire l'illusion que l'on a affaire à un fil ressemblant aux flagelles décrits chez les Flagellés ou aux cils des Bactéries. Cette supposition pourrait devenir d'autant plus vraisemblable que plusieurs auteurs ont réussi à colorer cette extrémité effilée du corps à l'aide des mêmes méthodes dont on se sert pour colorer les cils des Bactéries. Ainsi déjà Schaudinn affirme que *Schirochaeta pallida* possède les flagelles aux deux extrémités du corps mais il fait remarquer lui-même, dans la description et sur le dessin, et on peut le voir aussi sur les photographies qu'il a exécutées et qui viennent de paraître, que ces flagelles ne se détachent pas brusquement du corps de la spirochète, comme on le voit chez les bactéries, mais constituent seulement son prolongement. On rencontre de pareilles données chez plusieurs autres auteurs; quelques-uns cependant, comme Herxheimer et Löser, parlent de flagelles véritables attachés au corps; Borrel considère les cils de *Spirochaeta pallida* comme tout à fait analogues aux cils des Bactéries.

Sur nos préparations, nous avons eu souvent l'occasion d'étudier d'une façon précise cette extrémité de la spirochète et nous avons vu toujours son passage lent et graduel en corps plus large (fig. 1., 3.). On peut y voir toujours aussi les sinuosités qui ressemblent tout à fait aux sinuosités sur le corps même de la spirochète; Borrel a aussi attiré l'attention sur ce fait. Cette configuration peut témoigner que le même appareil qui est la cause de l'apparition des sinuosités sur le corps de la spirochète, peut aussi être présent sur son extrémité la plus fine; c'est ce qui parle décidément contre l'opinion qui considère l'extrémité effilée de la spirochète comme une formation analogue aux cils des Bactéries. Borrel fondait son affirmation surtout sur le résultat d'études comparées, notamment sur les images qu'il avait réussi à obtenir en colorant *Spirochaeta gallinarum* par la méthode de Löffler. Cependant déjà Prowazek, en étudiant les mêmes parasites, s'oppose à l'opinion de Borrel et considère comme *myophanes* séparées les formations décrites par celui-ci comme cils.

Mühlens et Hartmann ont décrit aussi chez d'autres spirochètes, notamment chez *Spirochaeta dentium*, un allongement très effilé du corps ressemblant en apparence à un cil, et ils admettent notre manière de voir en ce qui concerne cette formation. Quelques auteurs (Herxheimer et Löser) disent qu'à une extrémité du

corps il y a parfois deux flagelles au lieu d'un seul; ceci peut s'expliquer en admettant que ces auteurs ont observé des spirochètes aux stades de début de la division longitudinale qui, d'après nos recherches corroborées par plusieurs auteurs, commence par une extrémité du corps.

La constatation du fait que l'extrémité de *Spirochaeta pallida* est très effilée et aiguë et qu'elle n'est pas analogue aux cils des Bactéries est d'une grande valeur pour distinguer cette spirochète d'autres microorganismes d'espèces semblables, de même que pour déterminer sa place dans le système des Protozoaires.

---

Schaudinn a décrit chez *Spirochaeta pallida* une membrane ondulante qu'il avait aperçue sur des exemplaires vivants; il n'a pu cependant démontrer l'existence de cet organe sur des préparations. Dans notre communication préliminaire, nous avons remarqué que le mouvement de *Spirochaeta pallida* permet de supposer qu'il y ait chez elle des appareils locomoteurs; cependant nous n'avons pu démontrer non plus une membrane ondulante à sa surface. Il se peut qu'un appareil semblable existe réellement chez *Spirochaeta pallida*; mais, même s'il en était ainsi, il ne faudrait pas surestimer son importance pour les mouvements de l'animal. Perrin a constaté chez des spirochètes beaucoup plus grandes (*Spirochaeta balbianii*) que la membrane ondulante peut être ou ne pas être, sans que le mouvement de l'animal subisse quelque changement. La même chose pourrait être rapportée à *Spirochaeta pallida* (*Treponema pallidum*); il faut ajouter que, même si l'on réussissait à bien colorer la membrane ondulante, il serait difficile, sinon impossible, de l'apercevoir attendu que le diamètre entier de la spirochète n'est égal qu'à  $\frac{1}{4} \mu$  environ, sur quoi Lévy-Bing, de même que Mühlens et Hartmann, attirent avec raison l'attention. Il est vrai que Mac Weeney et Schütz ont vu le long de certains exemplaires une ligne extrêmement mince qui ressemblait à des contours d'une membrane ondulante; mais ils sont enclins eux-mêmes à supposer que ce fussent des exemplaires doubles qu'ils avaient devant eux.

Lorsqu'on veut démontrer l'existence de la membrane ondulante à l'aide des méthodes qui font gonfler la spirochète, on peut provoquer l'apparition de formes artificielles qui ne correspondent pas

à la réalité; à cet égard nous sommes tout à fait d'accord avec Herxheimer et Löser, Rosenberger, Goldhorn et Mac Kee qui ont reconnu l'espace clair, entourant la spirochète, pour des stries résultant de la coloration et non pas pour appareil moteur.

Si la membrane ondulante était en effet fort développée sur le corps de *Spirochaeta pallida*, la section de celui-ci ne pourrait être parfaitement circulaire. Et, en effet, nous avons eu l'impression parfois que le corps de la spirochète serait légèrement rétréci de deux côtés, aussi bien sur des exemplaires vivants que sur des préparations colorées; chez des spirochètes dont les spires n'étaient pas égales, dont le corps était replié tout entier d'une manière irrégulière (fig. 3, 6, 7), on a pu souvent remarquer des endroits nettement aplatis de sorte que la spirochète était semblable à un gros ruban replié. Il se peut cependant que de tels exemplaires aplatis soient déjà modifiés ou qu'ils correspondent à d'autres stades de la vie que les individus droits et régulièrement enroulés.

La forme de ruban enroulé en hélice a été décrite par beaucoup d'auteurs chez d'autres spirochètes. Presque toutes les espèces plus grandes ont cette forme. Nous-mêmes, aussi bien que Prowazek et d'autres auteurs, nous avons pu l'observer d'une façon nette chez *Spirochaeta obermeyer*, *Spir. gallinarum*, *Spir. refringens* et d'autres spirochètes plus petites.

Tous les caractères susmentionnés ne se rapportent qu'à ces spirochètes pâles hélicoïdes dont l'axe du corps est droit et dont les spires sont plus ou moins égales. Si l'on regarde cependant de plus près diverses formes de *Spirochaeta pallida*, on aperçoit souvent qu'elles diffèrent beaucoup de cette forme hélicoïde typique; nous parlerons plus loin d'une façon plus détaillée de ces exemplaires construits d'une autre manière.

Les mouvements des spirochètes ont été décrits par Schaudinn et Hoffmann comme étant de trois sortes: 1) rotation autour de l'axe longitudinal 2) déplacement en avant et en arrière et 3) mouvements de flexion du corps dans son ensemble. Si la spirochète se fixe par une extrémité à un objet étranger, par ex. à une cellule, le plus souvent à un globule rouge, elle peut rester à la même place en exécutant un mouvement semblable au mouvement ondulatoire qui se propage sur toute la longueur de son corps; en outre, elle présente encore des mouvements de reptation et de flexion. Le mouvement hélicoïdal le long de l'axe longitudinal



peut être parfois si rapide qu'il fait l'impression d'une vibration du corps tout entier de la spirochète; un mouvement plus lent fait l'impression d'une onde qui se propage sur le corps. A certains moments, après un mouvement très rapide, le mouvement s'arrête et cesse pour un instant; ensuite, il recommence, mais alors les ondes se propagent sur le corps en sens inverse.

Comme nous l'avons déjà mentionné, une des propriétés caractéristiques de *Spirochaeta pallida* consisterait, d'après Schaudinn, dans la rigidité de son corps qui ferait qu'il ne puisse changer sa forme hélicoïde ni au repos ni en mouvement. Cependant déjà Hoffmann fait remarquer que le corps de la spirochète peut posséder une certaine „élasticité“, et Prowazek décrit d'une manière nette des formes à configuration modifiée du corps.

En examinant les spirochètes dans des liquides fraîchement exprimés des lésions syphilitiques, nous avons eu souvent l'occasion de suivre les mouvements de *Spirochaeta pallida*; nos observations sont d'accord, en général, avec les données de Schaudinn et de Hoffmann. Ce n'est que sous un seul rapport qu'elles diffèrent de celles-ci. Notamment, nous avons eu souvent l'occasion de remarquer que le corps de la spirochète que l'on n'a pu apercevoir qu'à grande peine, tant il était petit et peu réfringent, devenait subitement, au moment d'un mouvement plus fort de la spirochète, beaucoup plus brillant; en même temps on constatait son épaissement manifeste. Les spires qui primitivement étaient disposées uniformément sur tout le corps, s'aplatissaient un peu, devenaient moins serrées et même souvent inégales. Souvent, immédiatement après, la spirochète se redressait ou s'infléchissait latéralement. Ces observations, à notre avis, parlent décidément contre l'opinion qui considère le corps de *Spirochaeta pallida* comme tout à fait rigide. Il se peut bien que seulement à certains stades de sa vie, probablement en rapport avec sa structure intime au moment donné, la spirochète puisse avoir le corps plus rigide qu'à d'autres stades; mais, à notre avis, il a toujours une certaine souplesse. En faveur de cette opinion parle aussi son inflexion latérale qui déjà a été vue par Schaudinn, ensuite la faculté de s'enrouler en boucles qui a été aperçue pour la première fois par Herxheimer, enfin la circonstance qu'à certains stades de sa vie la spirochète perd sa forme hélicoïde, ainsi que nous le dirons plus loin.

Du moment que nous constatons que *Spirochaeta pallida* peut

se contracter un peu et se relâcher, la ressemblance de ses mouvements avec ceux d'autres spirochètes devient presque complète. Perrin en décrivant *Spir. balbianii* dit aussi que ces grosses spirochètes se déplacent par un mouvement hélicoïdal en vibrant en même temps si rapidement que l'on n'aperçoit que deux ou trois points du corps. Mais il arrive des moments où tout le corps s'infléchit latéralement, s'enroule et même se contracte. Jaffé chez *Spir. culicis*, Prowazek et beaucoup d'autres auteurs chez *Spir. gallinarum*, Breinl et Kinghorn chez *Spir. duttoni*, enfin plusieurs auteurs chez *Spir. Obermeyeri* ont constaté des mouvements non moins manifestes; une mobilité beaucoup plus faible et une faculté plus faible de s'infléchir ont été remarquées par Hoffmann, Mühlens et Hartmann chez *Spir. buccalis* et *Spir. dentium*.

*Spirochaeta pallida* n'a pas, peut être, un corps si souple ni de mouvements si manifestes que les plus mobiles des espèces susmentionnées, mais ses mouvements semblent cependant se produire d'après le même principe que chez les autres spirochètes. On pourrait donc supposer que chez *Spirochaeta pallida* doive exister un appareil locomoteur semblable à celui qui existe chez d'autres spirochètes. Et la cause qui provoque ses mouvements rapides n'est pas probablement la membrane ondulante mais la structure même du corps de la spirochète.

Perrin a constaté chez *Spir. balbianii* l'existence à la surface du corps d'une membrane rigide et, en outre, il a vu des fibres contractiles qui couraient le long du corps; il a appelé la membrane périplaste et il considère les fibres comme myophanes. Prowazek parle de formes rigides semblables chez *Spir. gallinarum* dont il compare le mouvement à celui de flagelle chez les Flagellés. Keyselitz a aperçu chez *Spir. anodontae* des fibres fortes qui étaient en rapport avec le repli du corps développé en membrane ondulante. Ces formations rigides ou contractiles ne sont visibles cependant qu'à certains stades de la vie; à d'autres stades, elles peuvent disparaître ou même être rejetées, comme par ex. chez *Spir. balbianii* pendant son enkystement. Ces formations sont impossibles à démontrer chez *Spir. pallida* à cause de ses faibles dimensions et de sa faible colorabilité; on peut cependant supposer qu'au stade où la spirochète a la forme d'une hélice assez rigide et régulière il y existe de pareils appareils locomoteurs développés; au moment où la spirochète devient souple et où sa forme devient

irrégulière, ces appareils n'agissent plus ou disparaissent à la suite de changements dans la structure de son corps. Réussira-t-on à découvrir ces appareils locomoteurs ou non, il est sûr que les spirochètes pâles ont leurs mouvements propres et bien déterminés; les doutes qui ont été exprimés à cet égard par Soberheim et Tomaszewski doivent être regardés comme étant dépourvus de fondement. En outre, le mouvement de *Spir. pallida* ne ressemble point aux mouvements des spirilles ou à ceux des bactéries à cils.

---

L'examen des spirochètes vivantes ne suffit pas pour déterminer leur structure intime. Tous les auteurs s'accordent à constater que les spirochètes vivantes paraissent complètement homogènes; parfois on peut y apercevoir des points un peu plus réfringents, sans qu'on puisse apercevoir des détails de structure. De même, sur les préparations colorées à l'aide des procédés qui déterminent un léger gonflement du corps, on peut voir une coloration homogène comme si tout le corps était de structure homogène. C'est probablement pourquoi Mac Weeney a affirmé que les spirochètes sont constituées exclusivement par de la chromatine.

Si cependant les préparations sont bien colorées et un peu différenciées et si elles sont examinées à des forts grossissements et à une bonne lumière, on peut apercevoir des détails qui indiquent que les spirochètes pâles ont la même structure que d'autres micro-organismes d'espèces voisines.

La première chose et qui est la plus facile à apercevoir, sont des espaces plus clairs que l'on voit en diverses régions du corps de la spirochète (fig. 3, 4, 9, 10, 17). Nous les avons décrits, sans nous y arrêter, dans notre communication préliminaire; plus tard, plusieurs auteurs ont vu des formations pareilles dans des spirochètes différentes. Nous devons cependant noter ici tout de suite que l'on peut apercevoir deux sortes d'espaces clairs qui apparaissent d'une manière très nette dans les spirochètes. Les uns sont les points de séparation définitive de deux spirochètes après une division longitudinale; nous en parlerons plus loin d'une manière plus détaillée. Les espaces clairs de deuxième sorte semblent être, à premier coup d'œil, les points de rupture ou de division transversale du corps de la spirochète. Si cependant on examine attentivement ces intervalles sur de bonnes préparations, on voit que c'est



seulement l'intérieur du corps de la spirochète, plus fortement coloré, qui s'est écarté sur une certaine étendue, mais que les contours du corps ne sont pas rompus (fig. 3, 4, 10). On y voit des lignes tout à fait nettes qui délimitent cet espace clair et qui sont souvent si distinctes que l'on peut les découvrir même à un faible grossissement (oc. 4, 6). On ne voit jamais de contours si nets sur le filament qui unit les deux spirochètes après leur division.

Cette observation démontre que le corps de *Spirochaeta pallida* est composé de deux substances dont l'une notamment se colore fortement et constitue l'enveloppe de tout le corps, et l'autre est enfermée en dedans de cette enveloppe. Cette enveloppe extérieure doit être rigide car elle conserve bien les contours du corps; elle correspond au périplaste qui a été décrit par Perrin chez *Spir. balbianii*.

L'intervalle clair sur lequel persistent les contours nets du corps de la spirochète doit contenir une substance qui forme un élément constitutif de ce corps. Dans notre communication préliminaire, nous avons considéré ces espaces clairs comme les noyaux des spirochètes, cependant nous avons noté expressément que, à notre avis, ce n'est pas toute la quantité de la substance nucléaire existant, en général, dans le corps de la spirochète qui est contenue dans cet espace clair; au contraire, nous avons admis que la chromatine peut aussi se trouver dans le corps coloré lui-même de la spirochète. En examinant à l'aide de diverses méthodes non seulement *Spirochaeta pallida*, mais aussi d'autres espèces voisines où l'on peut apercevoir des formations semblables, nous sommes arrivés à la conclusion que ces espaces clairs doivent être interprétés, en effet, comme partie de l'appareil nucléaire mais qu'il est impossible de les considérer comme noyau unique et entier qui existerait dans le corps de la spirochète.

Tout d'abord nous avons été frappés par cette circonstance que ces espaces clairs sont visibles le plus nettement et le plus souvent sur les spirochètes dont un segment du corps n'est pas enroulé en hélice mais qui est tout à fait rectiligne (fig. 3, 4, 8; phot. 65). Nous ne pouvons aucunement considérer ce redressement du corps de la spirochète comme accidentel, pathologique ou causé par les manipulations de préparation (par l'étalement du liquide avec des spirochètes sur la lame) car, à côté de formes légèrement rectili-

gnes, nous avons vu souvent de chaque côté des spirochètes ordinaires, enroulées en hélice, ayant la même structure et la même colorabilité.

Cette apparition fréquente d'un espace clair chez les spirochètes dans la partie rectiligne fait l'impression qu'à la suite de la formation de cet espace clair l'élasticité de la spirochète s'est modifiée à l'endroit donné; on comprend ainsi pourquoi elle s'est redressée. En suivant les études de Perrin par voie d'analogie, on pourrait supposer que cette partie rigide du corps de la spirochète qui maintenait sa forme hélicoïde se soit relâchée à l'endroit où l'espace clair s'est produit. Cette partie rigide pourrait être constituée par de la substance nucléaire qui chez d'autres spirochètes peut courir par tout le corps en forme de bâtonnet homogène. On sait cependant que ce bâtonnet de chromatine peut se fragmenter à certains stades de la vie; même l'achromatine peut s'en séparer qui, d'après Perrin, serait analogue au caryosome chez les Trypanosomes. A notre avis, ces espaces clairs qui font leur apparition dans *Spir. pallida* peuvent, avec une grande probabilité, être considérés comme achromatine séparée de la substance nucléaire.

Perrin, en décrivant la partie achromatique de la substance nucléaire chez *Spir. balbianii*, dit qu'elle est toujours en rapport avec des petits corpuscules qui se colorent fortement. Chez *Spirochaeta pallida* (*Treponema*) la limite de l'espace clair est d'ordinaire plus nettement tracée ou plus foncée que le reste du corps (fig. 3, 8, 17, 18). Sur des préparations très bonnes, nous avons vu même des corpuscules bien apparents qui étaient colorés plus fortement, comme s'ils étaient de la chromatine condensée, à côté de l'espace clair (fig. 4, 9, 10).

En supposant que les espaces clairs dans le corps de *Spirochaeta pallida* constituent la partie achromatique de son appareil nucléaire, nous devons insister sur ce que, d'après nous, le reste du noyau, notamment sa chromatine, se trouve dans tout le corps de la spirochète. Y existe-t-elle à l'état de bâtonnet ou à l'état de granulations chromophiles, c'est ce qu'il est impossible de décider, car l'extrême petitesse de l'objet s'y oppose; cependant, l'existence de la chromatine est mise en évidence par la colorabilité de la spirochète et par sa manière de se comporter aux derniers stades de la division (voir plus bas). Souvent, nous avons vu aussi dans le corps de la spirochète des endroits qui étaient plus fortement colorés

que le reste; ces parties avaient, sur les préparations colorées au Giemsa, une teinte rougeâtre, tandis que les parties plus claires étaient nettement bleuâtres. Il est évident que la chromatine répandue dans le corps de la spirochète peut à certains stades de la vie changer sa répartition, comme on l'a observé déjà chez beaucoup d'autres spirochètes.

Comme nous l'avons signalé déjà dans notre communication préliminaire, *Spirochaeta pallida* peut se reproduire par la voie végétative par la division longitudinale (phot. 72). Ce procédé de reproduction a été décrit et dessiné pour la première fois par nous, dans notre travail publié dans „Przegląd lekarski“, ainsi que dans „Monatshefte für prakt. Dermatologie“, en juillet 1905. Ensuite, nous avons donné une série de dessins et une description de la division longitudinale de *Spir. pallida* dans notre communication préliminaire, en novembre 1905. A la même époque à peu près, parut une courte notice de Schaudinn où la division longitudinale d'une extrémité du corps de *Spir. pallida* était décrite et la supposition émise que la spirochète se divisât longitudinalement. Ces faits ont été confirmés ensuite par Herxheimer Hoffmann et beaucoup d'autres. On a constaté depuis la division longitudinale chez d'autres spirochètes tant sur des préparations que, sur des exemplaires vivants, notamment chez *Spir. balbianii* (Perin), *Spir. gallinarum* (Prowazek), *Spir. dentium* (Mühlens et Hartmann)<sup>1)</sup>. Dans l'édition posthume des notes de Schaudinn nous trouvons aussi une description de la division de *Spir. pallida* observée sur la spirochète vivante; cette description confirme complètement nos observations primitives. On peut donc à présent reconnaître la division longitudinale de *Spir. pallida* pour sa propriété caractéristique.

<sup>1)</sup> Mühlens et Hartmann, en donnant la description de la division de *Spir. dentium*, ajoutent que des images pareilles „mais non pas aussi nettes“ que les leurs ont été données par nous. Cette netteté sur laquelle insistent ces deux auteurs consiste probablement en ce que les dessins de Mühlens et Hartmann sont grossièrement faits et l'espèce qu'ils avaient étudiée est d'une structure beaucoup moins fine que *Spir. pallida*. En général, M. et H. ne donnent dans leurs dessins que deux stades de la division longitudinale; nous en avons donné toute l'évolution.



La division longitudinale chez *Spir. pallida* commence par la bifurcation d'une des extrémités effilées de son corps; les parties divisées divergent un peu, tout de suite il y apparaît des spires semblables à celles qui existent sur la partie non divisée du corps (fig. 72). Si les deux parties divisées sont disposées tout près l'une de l'autre, leurs spires sont exactement parallèles; sur des exemplaires dont les branches de bifurcation sont plus écartées, les spires peuvent être différentes. La division se continue dans tout le corps de la spirochète de sorte que celle-ci prend la forme d'un Y dont le jambage diminue de plus en plus à mesure que la division s'accentue. Enfin, le corps peut être entièrement divisé et ses deux parties demeurent réunies par un petit filament (fig. 78). Alors, comme nous l'avons déjà décrit en 1905, les spirochètes peuvent se placer de telle manière que l'axe du corps des deux individus soeurs est sur la même ligne. Le fin filament qui unit les deux individus soeurs se colore d'abord de la même manière que ceux-ci, mais bientôt sa colorabilité commence à changer. Sur les préparations colorées au Giemsa, ce filament prend peu à peu une teinte bleuâtre, en opposition avec le corps des spirochètes coloré en rouge. On ne voit cependant jamais, sur le filament qui unit les spirochètes soeurs, de contours nets tels que l'on voit sur les espaces clairs au milieu du corps. Cette absence de contours nous permet de distinguer très facilement les spirochètes divisées de celles qui ont un espace nucléaire net.

Ces stades terminaux de la division durent probablement assez longtemps, car on peut les voir assez souvent sur des préparations; par contre, ce n'est que rarement que l'on rencontre des spirochètes au stade de la bifurcation longitudinale qui, comme Schaudinn aussi l'a constaté, se fait très vite.

La même remarque s'applique à d'autres spirochètes. Nous-mêmes nous avons eu l'occasion de constater ce fait chez *Spir. obermeyeri*, *Spir. gallinarum* et *Spir. buccalis*. Surtout chez *Spir. obermeyeri* nous apercevions une différence très nette entre des espaces achromatiques, que nous considérons comme une partie de l'appareil nucléaire, et le filament clair qui unit deux individus divisés. Même sur le même exemplaire (fig. 12), nous avons pu voir les formations de ces deux sortes; règle générale: si l'on voit des espaces nucléaires chez les deux individus filles, ces espaces sont situés dans les mêmes régions de leurs corps.

La division longitudinale de *Spir. pallida* constatée par nous, quoique confirmée aussi par d'autres auteurs, a été mise en doute par certains autres (Borrel, Laveran, Zettnow, Koch, Levaditi, Mac Weeney, Goldhorn), surtout par ceux (Borrel) qui veulent considérer les spirochètes comme des bactéries et non pas comme des protozoaires. Borrel suppose que la division transversale est le processus normal de la reproduction des spirochètes; il donne même des photographies et des dessins de *Spir. gallinarum* qui auraient à prouver la justesse de son affirmation. Des dessins de Borrel on peut cependant conclure qu'il n'a pas distingué les espaces clairs que nous considérons comme nucléaires, des filaments qui se forment après la division des spirochètes; il semble que c'est ce qui l'a conduit aux conclusions concernant la division transversale. La supposition de Borrel a été réfutée par Prowazek qui a vu la division longitudinale sur un exemplaire vivant de *Spir. gallinarum*.

Quelques auteurs supposent que les spirochètes bifurquées prennent naissance d'une agglutination de deux individus ou de leur entrelacement (Goldhorn). On peut en effet constater parfois une agglutination semblable; mais on peut parfaitement la distinguer, avec un peu d'exercice, d'une division véritable, d'après la longueur et la largeur inégale ou d'après la colorabilité différente des deux individus. Il arrive quelquefois que deux spirochètes s'entrelacent de toute la longueur de leurs corps (phot. 70); leurs spires courent alors tout à fait parallèlement; on peut cependant, même dans ce cas, distinguer sûrement cette image de celle de la division longitudinale. Ces images trompeuses ne peuvent donc constituer une preuve contre l'existence d'une division par bifurcation de la spirochète; elles obligent à juger les images microscopiques avec beaucoup de circonspection.

La division transversale ne peut-elle pourtant apparaître à certains stades de la vie à côté de la division longitudinale? Nous en reparlerons plus bas.

---

La description de la structure de la spirochète que nous avons donnée plus haut ne se rapportait, comme nous l'avons fait remarquer, qu'aux spirochètes à corps enroulé régulièrement, c'est à dire à celles qui correspondent le plus au type donné par Schaudinn.

Outre cette forme régulière, on rencontre pourtant très souvent des formes tout à fait différentes quant à leur configuration et probablement aussi quant à leur structure intime. Nous avons mentionné déjà les spirochètes dont le corps présente une partie rectiligne; nous devons seulement ajouter que ce redressement partiel peut s'étendre à une grande longueur de sorte que les extrémités du corps seules sont ondulées (fig. 4, 6).

Dans des lésions syphilitiques plus anciennes, nous avons constaté fort souvent des spirochètes qui appartiennent sans doute à l'espèce *Spirochaeta (Treponema) pallida* et pourtant, par leur structure, diffèrent beaucoup de la forme hélicoïde (fig. 4 à 10). Le corps de ces spirochètes possède, à vrai dire, des spires assez serrées, mais il n'est presque jamais droit, son axe est incurvé de diverses manières, et les spires ne sont jamais égales les unes aux autres; des spires hautes et basses, aplaties et abruptes se trouvent à côté les unes des autres. La spirochète entière fait l'impression d'une formation modifiée à la suite de ramollissement du corps. La colorabilité de ces spirochètes, que nous avons désignées d'ordinaire comme molles, n'a point différé souvent de celle des formes typiques; souvent cependant différentes régions de la spirochète ont pris le colorant avec une force différente; ou bien sur des préparations colorées au Giemsa une partie de ces spirochètes prenait une teinte rougeâtre et le reste une teinte nettement bleuâtre. Souvent aussi, la largeur du corps n'était pas la même dans tout le corps (fig. 10); mais parmi les spires les unes paraissaient gonflées, tandis que les autres avaient l'aspect de filaments fins; les parties plus grosses se coloraient d'habitude plus fortement.

Des images pareilles ont été vues par plusieurs auteurs, non seulement chez *Spir. pallida*, mais aussi chez d'autres espèces; elles étaient désignées comme exemplaires ramollis (*geknitterte Formen*). En étudiant diverses espèces de spirochètes, comme *Spir. obermayeri*, *Spir. gallinarum*, *Spir. dentium* et *Spir. refringens*, nous avons trouvé des exemplaires semblables modifiés chez toutes les espèces susmentionnées. A cause des modifications de la longueur et de la largeur du corps, de l'agencement des spires et enfin de la colorabilité, les spirochètes ramollies qui appartiennent à une même espèce peuvent devenir très ressemblantes à des spirochètes d'autres espèces. *Spir. pallida* devient alors semblable à *Spir. refringens* ou à *Spir. dentium*. On peut cependant éviter une erreur et s'assurer aisément à



quelle espèce on a affaire, si l'on examine les spirochètes qui proviennent de telles lésions syphilitiques où l'on ne rencontre qu'une seule espèce *Spir. pallida*, ainsi donc par ex. des papules sèches qui apparaissent sur le dos ou aux bras.

Il est bien difficile de déterminer avec certitude la signification de ces formes ramollies. Mühlens et Hartmann considèrent des formes pareilles chez *Spir. dentium* comme exemplaires en voie de dégénérescence; nous pensons cependant que cette interprétation ne peut pas s'appliquer à tous les cas. Il n'y a pas de doute que chez *Spir. pallida* la plupart de ces exemplaires modifiés sont tout à fait normaux; ils ont seulement une autre structure intime.

Ainsi qu'il a été déjà dit, la forme hélicoïde de *Spir. pallida* se maintient probablement à cause de ce qu'au dedans de la membrane compacte, appelée périplaste, se trouve un soutien rigide et élastique constitué surtout par de la substance nucléaire, comme il en est chez d'autres spirochètes. Si ce soutien élastique se relâche (par ex. aux endroits où apparaissent des espaces clairs nucléaires), la forme hélicoïde de la spirochète disparaît. Chez les spirochètes ramollies, la colorabilité inégale indique une répartition inégale de la substance nucléaire, ce qui doit amener la disparition de la forme hélicoïde du corps.

Ces spirochètes molles s'entortillent souvent à leurs extrémités, se plient en deux ou s'entrelacent en tresse, ce qui conduit à l'apparition de formes distinctes qui ne ressemblent en rien aux spirochètes ordinaires (fig. 31 à 36). Nous en parlerons plus bas; ici nous devons attirer l'attention sur une particularité encore. On rencontre très souvent des spirochètes pâles à structure hélicoïde tout à fait caractéristique, mais beaucoup plus grosses que d'ordinaire. A côté de celles-ci, on peut voir parfois des spirochètes à structure aussi typique, mais beaucoup plus fines que les exemplaires ordinaires. Chez les formes trop grosses, le nombre des spires est un peu moindre que chez les spirochètes ordinaires; par conséquent, elles ont le même aspect que des exemplaires normaux qui se seraient contractés très fortement. Le corps de la spirochète peut changer de cette manière et devenir beaucoup plus court; nous l'avons signalé dans notre communication préliminaire. Malinowski et Karwacki mentionnent aussi de telles formes.

Les spirochètes très fines, quoique normalement constituées, peuvent être considérées comme des individus qui proviennent de la divi-

sion qui s'est répétée à plusieurs reprises dans un court laps de temps; les études de Perrin (*Spir. balbianii*), de Prowazek et de beaucoup d'autres nous ont appris qu'un processus de ce genre amène une diminution notable du diamètre du corps de ces micro-organismes.

Souvent, les spirochètes pâles, quoique de longueur et d'épaisseur normales, ont cependant des spires plus aplaties et plus larges que d'ordinaire. Ces exemplaires peuvent ressembler beaucoup à des exemplaires fins de l'espèce *Spir. refringens*, mais nous pouvons nous aider pour les reconnaître de l'étude comparée des spirochètes qui proviennent des lésions syphilitiques où *Spir. refringens* ne se rencontre pas. Nous supposons que le changement de la forme dans ce cas est lié au changement de structure intime, notamment au relâchement du soutien rigide du corps.

---

Les formes les plus curieuses dont le rôle est probablement considérable dans l'évolution de *Spirochaeta pallida*, et peut être aussi dans l'apparition des lésions causées par elle, apparaissent lorsque le corps de *Spir. pallida* commence à s'entortiller. C'est Herxheimer qui a attiré l'attention sur ces formes, d'abord seul, puis en collaboration avec Löser, et a donné des dessins schématiques des spirochètes pâles avec des boucles à leurs extrémités. Nous nous sommes mis à étudier ces formes à boucles non seulement parce que leur apparition jette une lumière sur la structure de la spirochète, mais aussi parce qu'elles rappellent souvent des formations décrites comme formes résistantes chez d'autres spirochètes.

Dans les accidents primitifs, de même que dans des lésions secondaires à un certain stade de la maladie, nous avons pu souvent constater subitement la présence de formes à boucles à côté de spirochètes tout à fait normales, aux mêmes endroits où il n'y en avait pas auparavant. En observant un nombre considérable de ces exemplaires entortillés, nous avons pu distinguer deux types. Le premier type, plus facile à interpréter, est celui qui a été découvert par Herxheimer et qui se forme de spirochètes à structure ordinaire et conduit à la production des formes de repos; le deuxième type est représenté par les formes entortillées et épaissies que nous faisons descendre des spirochètes à corps ramolli et qui peuvent conduire à la production

de formations courtes, en massue, ou à la dégénérescence de la spirochète.

Le premier type des formes entortillées prend naissance de la manière suivante: l'extrémité du corps de la spirochète commence à se recourber en décrivant un cercle, et une anse se produit (fig. 13, 14, 16, 17, 18, 19). Nous n'avons pas eu l'occasion, à vrai dire, d'observer ce phénomène sur des exemplaires vivants, mais d'après des images microscopiques nous supposons que la spirochète doit alors exécuter des mouvements très violents. On voit souvent des boucles où l'extrémité recourbée est entortillée, comme un noeud sur une ficelle; en d'autres cas (fig. 15), l'entortillement du corps ne commence pas par son extrémité, mais par son milieu; parfois, la spirochète est pliée en deux, et ses deux extrémités s'entrelacent l'une autour de l'autre (fig. 20); enfin, des boucles peuvent apparaître sur le corps déjà plié (fig. 32, 69). Toutes ces images, quoique souvent très compliquées, présentent toujours une structure plus ou moins régulière; si les extrémités du corps se nouent, les anses qui se forment sont d'une configuration très régulière (fig. 32; phot. 68 et 72); dans l'enroulement, les boucles formées sont régulières, rondes ou ovales. En un mot, les images que l'on voit dans des préparations à côté de formes normales ne font jamais l'impression de spirochètes surprises par des causes mécaniques (par. ex. par des manipulations imprudentes); elles peuvent être expliquées seulement par le mouvement propre de la spirochète. Elles ne résultent pas non plus de l'accolement des spirochètes aux corps étrangers, car on les a rencontrées précisément dans des préparations qui avaient été faites du liquide séreux pur obtenu des lésions syphilitiques et qui ne contenait presque pas d'éléments cellulaires. Le corps des spirochètes est assez plastique pendant ce processus, tout en conservant cependant une certaine rigidité; celle-ci pourtant n'est pas aussi prononcée que Schaudinn et Hoffmann le supposent.

Quelquefois on peut distinguer d'une manière tout à fait nette les contours des parties entortillées de la spirochète sur ces anses et ces boucles; souvent (fig. 16, 18, 21) on rencontre des exemplaires chez lesquels la partie recourbée semble se coller avec le reste du corps. Cette partie se colore d'habitude plus fortement. Il semble alors qu'à l'extrémité du corps de la spirochète est attaché un anneau; autour de celui-ci la spirochète peut s'en-



rouler encore une fois, ou sur l'autre extrémité de la spirochète peut apparaître une nouvelle boucle. C'est alors que la configuration de tout son corps commence d'ordinaire à changer; sa forme hélicoïde à contours nets disparaît peu à peu et se transforme en formation molle (fig. 21—23). Les parties entortillées deviennent alors d'ordinaire plus grosses. Ce processus mène à la production de formes (fig. 23—26) qui sont composées d'habitude d'une partie ovale ou annulaire à laquelle s'attache le reste du corps déjà très modifié. Cette extrémité du corps devient de plus en plus grosse et se colore souvent un peu plus faiblement que le reste du corps. Sur l'anneau même apparaissent des points plus gros, comme des grains, dont un est d'ordinaire très apparent. Ces formes ont l'aspect comme si le corps de la spirochète coulait vers l'anneau et s'y condensait; cela peut se produire grâce au relâchement complet de la structure de la spirochète. Enfin, à côté de ces formes où l'on voit encore un peu des restes du corps de la spirochète, dans les mêmes préparations, nous avons trouvé des anneaux séparés sur lesquels un endroit au moins était toujours plus gros et se colorait plus fortement (fig. 27—30). A notre avis, ce sont aussi des spirochètes enroulées où l'on ne voit plus le reste du corps, soit qu'il se soit fondu avec l'anneau, soit qu'il ait été rejeté.

Dans la littérature nous ne trouvons pas beaucoup de données concernant ces formes distinctes des spirochètes. Herxheimer et Löser expliquent les formations annulaires à l'extrémité du corps de la spirochète par l'entortillement du flagelle même de la spirochète. Berger décrit des formes analogues; on les voit aussi sur les photographies de Reuter; enfin Kraus et Prantschoff décrivent des spirochètes courtes terminées par une boule et supposent que ce sont des cas ou de plasmolyse ou d'involution des spirochètes. Les images données par Karwacki rappellent de si près les dessins de Herxheimer et de Berger que l'on est bien surpris en lisant chez Karwacki que le mécanisme de formation de la boucle „ne peut y entrer en jeu“. Karwacki affirme que dans la spirochète se forment des grains dont peuvent prendre naissance les formations annulaires qui proviendraient aussi bien des grains situés en dedans des spirochètes que des grains isolés. „Les spirochètes à anneaux en sont le résultat“; elles rappelleraient, lorsque l'anneau est très petit, les formes, décrites par

nous, qui possèdent des espaces nucléaires. Des descriptions et des dessins évidemment schématiques de Karwacki il est impossible de tirer une conclusion à l'appui de la transformation de grains en anneaux; en revanche, ils parlent en faveur de la supposition de Herxheimer et des observations que nous venons de développer.

Le deuxième type des formes modifiées ne peut être considéré comme descendant directement des spirochètes hélicoïdes; il devient tout à fait compréhensible si nous prenons pour point de départ les spirochètes à corps „ramolli“. Sur ces exemplaires on voit aussi un entortillement des extrémités du corps (fig. 33, 34, 36); il semble cependant que ces exemplaires se distinguent par une mobilité moindre que les spirochètes hélicoïdes car des anneaux aussi nets n'y apparaissent jamais; en revanche, leur corps se fléchit facilement et s'enroule en boucles oblongues, à une ou aux deux extrémités (fig. 31, 35, 36). Le corps relâché de ces exemplaires semble posséder la faculté de se coller et de s'unir aux parties recourbées, car d'ordinaire elles se collent en un tout. A cause de cela, aux extrémités des spirochètes se forment de gros gonflements en forme de massue. Lorsque tout le corps s'est replié ainsi une ou plusieurs fois et que ses parties recourbées se sont fondues ensemble, de la spirochète relâchée prend naissance une grosse formation, quelque chose comme un bâtonnet plasmatique irrégulièrement replié. C'est sur ce bâtonnet que le corps commence à présent à se condenser en certains points (fig. 37—46); quelques-unes de ses parties deviennent plus épaisses et se colorent plus fortement. Sur des préparations colorées par la méthode de Giemsa on peut souvent constater nettement une différence de coloration de diverses régions du corps: les unes, plus épaisses, sont d'une couleur rougeâtre, les autres, plus fines, d'une couleur bleuâtre (fig. 46). La concentration se continuant, des grosses formations peuvent y apparaître enfin en forme de baguette où l'on ne voit plus de trace de spires (fig. 43).

A côté de ces grosses formes, nous avons vu souvent d'autres, semblables à celles-ci, mais un peu plus fines (fig. 47), soit droites, soit repliées, où le processus de concentration des parties colorables tait encore plus avancé. A cause de cela, on y voyait une série de grains unis par une substance plus claire. Ces formes (fig. 47) souvent ne rappellent point les spirochètes par leur structure, mais

on peut trouver tous les stades de transition qui mènent jusqu'à leur formation. Elles font l'impression de corps étant en voie de désagrégation à la suite d'un processus qui ressemble à la plasmolyse et qui conduit à la dégénérescence.

Nous avons eu l'occasion de voir les deux sortes de formes modifiées, décrites ci-dessus, ainsi que les spirochètes en voie de désagrégation, dans le suc de lésions syphilitiques de l'homme, de même que dans celui des infiltrations qui se sont formées chez des singes après l'inoculation de la syphilis. Chez l'homme, nous trouvons ces formes le plus souvent dans des lésions de longue durée, aussi bien dans l'accident primitif que dans les papules sèches ou les condylomes, et toujours à côté des spirochètes hélicoïdes ordinaires. Nous n'avons réussi à découvrir des formations semblables ni dans le sang ni dans le sérum de l'homme sain. Ce ne sont donc pas des formations artificielles ni accidentelles.

A notre avis, la constatation de la valeur de ces formations ne peut être faite d'une manière précise à l'aide d'expériences. Les études comparées cependant et quelques observations que nous avons réussi à recueillir peuvent jeter une lumière sur leur rôle et leur nature. A notre avis, les formations annulaires (fig. 27—40) sont des formes de repos de *Spirochaeta pallida*; les formations compactes ou en baguette (fig. 37—41) peuvent correspondre au stade de dépression (dans le sens de Calkins); tandis que les individus oblongs et granuleux sont des spirochètes en voie de désagrégation.

Les études comparées fournissent un appui à notre manière de voir concernant les formes annulaires. Dans le travail de Perrin, nous trouvons une excellente description de la formation des kystes. Les formes „indifférentes“ ou „femelles“ chez *Spir. balbiani* peuvent perdre la configuration caractéristique de leur corps; leur structure intime se modifie; elles se replient et se roulent de la manière la plus diverse et, ayant perdu leur rigidité, elles s'agglutinent et se fondent ensemble en une formation ovale à laquelle peut encore adhérer le reste du corps, comme la queue chez le



têtard. Les formes femelles se modifient non seulement quant à leur configuration, mais aussi quant à la structure de leur corps; leur plasme se fond en une formation oblongue ou irrégulièrement ovale où apparaît nettement la partie achromatique de la substance nucléaire. Si nous comparons la description et les dessins de Perrin avec les nôtres, nous voyons une analogie parfaite; seulement, la structure et les dimensions de *Spir. pallida* ne permettent pas de pénétrer dans des détails que l'on voit chez *Spir. balbianii*.

Les mêmes formes et les mêmes processus sont décrits aussi par Prowazek chez *Spir. gallinarum*; sa description, que nous pouvons confirmer dans toute sa substance (phot. 61), se laisserait presque directement rapporter à *Spir. pallida*.

Par conséquent, nous pouvons affirmer que *Spirochaeta (Treponea) pallida* peut à certains stades de sa vie se transformer en forme de repos d'une manière semblable à celle qui a été décrite chez *Spir. balbianii* et *Spir. gallinarum*<sup>1)</sup>.

Le rôle de ces formes de repos doit être très important; de même que les autres formes de repos, elles peuvent probablement résister à des conditions d'existence défavorables pour des individus adultes ou du moins elles peuvent persister longtemps dans l'organisme. La résistance de pareilles formes de repos a été constatée chez *Spir. balbianii*. Nous nous en sommes assurés aussi chez *Spir. obermayeri* que nous avons trouvée dans le sang qui nous avait été envoyé par M. le Dr. Malinowski de Varsovie et qui conservait sa virulence complète malgré l'absence presque totale de spirochètes normales. Grâce à un accident, nous avons pu le constater aussi chez *Spir. gallinarum*. Nous avons reçu des exemplaires de cette spirochète dans le sang de l'oie, grâce à l'obligeance de M. le Dr. Plaut de Hambourg. Pendant le transport de cet envoi, le tube qui renfermait le sang de l'oie s'est brisé; le sang s'est écoulé dans du coton qui enveloppait le tube. Ayant reçu le paquet au moins 24 heures après l'accident, nous n'avons trouvé dans le tube qu'une trace d'un caillot qui était même en partie desséché; le reste du sang était dans le coton faiblement

<sup>1)</sup> Il est bien possible que les formes signalées, mais insuffisamment expliquées par Mühlens et Hartmann chez *Spir. dentium*, soient aussi des formes de repos de ce microorganisme (voir, dans le travail de Mühlens et Hartmann, les fig. 51 a et b).

humide. Après avoir laissé tremper ce coton, nous l'avons exprimé dans de la solution de chlorure de sodium et nous nous sommes servi de ce liquide légèrement rosé pour inoculer une oie. L'examen microscopique de ce liquide nous a montré des formes de repos presque seules (phot. 61) ou des spirochètes modifiées et désagrégées (phot. 59). Malgré cela, l'oie inoculée a fait la maladie ordinaire dans le temps tout à fait normal; dans son sang, les spirochètes normales pullulaient tout de suite. Il est donc évident que la résistance des formes de repos doit être considérable.

Nos études concernant *Spir. pallida*, faites sur des singes inoculés avec de la syphilis, semblent plaider aussi pour le rôle important de ces formes de repos. Après avoir inoculé à un singe (*Macacus rhesus*) le virus prélevé dans le chancre induré de la lèvre de la bouche d'une femme, nous avons trouvé, 20 jours après, une petite infiltration et, quelques semaines après, une infiltration considérable à la paupière de cet animal et nous y avons constaté la présence de spirochètes. Cependant, dans le liquide provenant de cette infiltration, on n'a pu trouver que très peu de formes hélicoïdes; en revanche, il s'y trouvait beaucoup de formes de repos tout à fait semblables à celles qui se trouvent dans les lésions chez l'homme. En inoculant le liquide provenant de cette infiltration du singe à un autre singe (*Macacus cynomolgus*), nous avons obtenu, malgré un nombre insignifiant de spirochètes typiques dans le liquide inoculé, une infiltration au point d'inoculation, après le même laps de temps qui est nécessaire à la formation d'une infiltration manifeste après l'inoculation du virus contenant beaucoup de spirochètes hélicoïdes (environ 20 jours). Tout en ne voulant pas surfaire le rôle des formes de repos, nous devons cependant dire que l'hypothèse d'après laquelle leur présence n'a pas été sans influence sur le résultat favorable de la réinoculation de la syphilis nous semble très vraisemblable.

Nous avons constaté que dans les lésions syphilitiques, à côté des spirochètes typiques, peuvent exister aussi d'autres formations qui se rapportent à un seul stade de la vie de la spirochète, mais qui n'ont point sa configuration ordinaire; nous voyons aussi que, tandis que la constatation de la présence des spirochètes dans le liquide provenant des lésions syphilitiques est une preuve positive de la syphilis, leur absence ne peut attester que les lésions examinées ne soient pas syphilitiques. Le diagnostic de la syphilis s'appuy-

ant sur les seules formes de repos est difficile et incertain, car précisément ces formes sont extrêmement petites et peuvent parfois ressembler à des corps étrangers mêlés accidentellement à la préparation; ce n'est que pour un observateur très exercé et très compétent que les formes de repos peuvent avoir une valeur diagnostique.

---

Le processus de différenciation des formes de repos chez *Spir. pallida* est lié à la question de l'évolution de la vie du microorganisme. Prowazek, dans son dernier travail, décrit et dessine quelques exemplaires modifiés de spirochètes; il pense qu'ils se trouvent au stade de dépression, dans le sens donné à cette expression par Calkins ou R. Hertwig. Pourtant, presque tous les dessins donnés par Prowazek se rapportent au stade d'apparition des formes de repos annulaires; cet auteur n'a pas réussi à découvrir l'évolution complète de ce processus, surtout son résultat définitif. Aussi nous ne considérons pas ces formes comme se rapportant au stade de dépression; en revanche, il est bien possible que des formes telles que celles représentées sur les fig. 37—46 correspondent au stade de dépression. Leur structure et leur colorabilité n'indiquent point la désagrégation de leur corps, il est donc possible que la spirochète prenne de telles formes lorsque les manifestations et l'intensité de sa vie deviennent un peu plus faibles.

---

Après avoir constaté l'apparition des formes de repos chez *Spir. pallida* lesquelles se développent des formes typiques, helicoïdes, sans manifestations sexuelles, nous devons aussi nous occuper de la question si les manifestations sexuelles peuvent, chez *Spir. pallida*, atteindre leur réalisation.

Dans notre communication préliminaire, nous avons décrit les formes des deux sortes comme des individus sexuellement différenciés. Nous avons décrit les unes comme des spirochètes courtes et grosses, rappelant par leur aspect les Trypanosomes et jouant le rôle de macrogamètes; les autres, petites et fines, ayant à peine une ou peu de spires, étaient considérées par nous comme microgamètes. Les formations des deux sortes, si différentes les unes des autres par leurs dimensions, de même que par leur structure, ont été trouvées surtout dans de grands accidents primitifs ulcérés et princi-



palement dans un chancre phagédénique. Nous avons expliqué l'apparition de formations courtes et grosses par la croissance de spirochètes ordinaires, tandis que nous faisons provenir les microgamètes des colonies de spirochètes unies bout à bout qui ensuite se divisaient transversalement.

En poursuivant l'étude de la syphilis après la publication de notre communication préliminaire, nous suivions avec une attention particulière les formes que nous avons définies comme différenciées sexuellement et nous tâchions de les retrouver dans diverses lésions syphilitiques. Nous avons pu constater ainsi que les formes courtes et grosses, de même que les spirochètes petites et fines, se rencontrent dans les lésions syphilitiques les plus diverses, non seulement dans les lésions ulcérées, mais aussi dans les lésions sèches primitives et secondaires; en revanche, quelques doutes se sont présentés à notre esprit quant à la manière d'interpréter le rôle de ces formes.

Les spirochètes grosses, à corps enroulé en 2—4 spires, très pointues aux deux extrémités du corps et terminées en filament bien apparent qui se colore faiblement (fig. 51, 52, 53), spirochètes qui rappellent beaucoup les formations décrites par nous comme ressemblant aux *Trypanosomes*<sup>1)</sup>, se rencontraient souvent dans les accidents primitifs anciens, de même qu'à d'autres stades de la syphilis. Nous devons cependant faire remarquer que ces formes ressemblent souvent beaucoup à des exemplaires extraordinairement gros et courts de *Spir. buccalis* et de *Spir. dentium* (Mühlens et Hartmann) que nous avons eu l'occasion d'étudier plusieurs fois. Pareillement à *Spir. dentium*, *Spir. refringens* peut aussi se transformer à certains stades de sa vie en une formation courte et grosse. Si donc, dans des préparations de lésions syphilitiques, ces trois espèces, ou même deux d'entre elles, se rencontrent l'une à côté de l'autre, il est extrêmement facile de commettre une erreur dans la déter-

<sup>1)</sup> Après la publication de notre communication préliminaire, Mesnil a fait remarquer (Bull. de l'Inst. Pasteur, 1906) que le nom de *Trypanosoma luis*, employé pour désigner ces formes, ne leur convient point, puisque le même micro-organisme a déjà reçu le nom de *Spirochaeta pallida* (*Treponema pallidum*) Schaudinn. Nous reconnaissons la justesse de cette remarque et nous ne voulons plus conserver le nom susmentionné, d'autant plus que les formations qu'il désignait ne sont que des spirochètes un peu modifiées.

mination de ces formes extraordinaires. Malgré cela, nous pouvons affirmer avec certitude que *Spir. pallida* à certains stades de sa vie peut prendre une forme courte et grosse (fig. 51, 52, 53, 75 et 82 au milieu) qui peut être distinguée de celle des autres espèces. Les spires de la forme grosse de *Spir. pallida* ne sont pas, à ce stade, aussi abruptes que celles de la forme hélicoïde; elles sont cependant beaucoup plus abruptes que celles de *Spir. dentium* ou de *Spir. refringens* au même stade de la vie. Les extrémités du corps de cette forme sont très pointues et souvent allongées en un filament fin semblable au flagelle (fig. 51, 52). Ce filament peut parfois s'entortiller, et alors une anse apparaît à l'extrémité du corps de la spirochète (fig. 53); s'il reste tendu, on y voit souvent un agencement de spires absolument pareil à celui que l'on constate chez les formes hélicoïdes.

D'où vient ce changement de la structure de *Spir. pallida*, c'est ce qui est assez difficile à découvrir. Il nous paraît probable que la spirochète devient plus grosse, parce que son protoplasme, avec son noyau finement divisé, se contracte et s'assemble dans une région de son corps. On voit souvent très distinctement dans ces formes grosses l'espace clair achromatique, à côté duquel un corpuscule est situé qui se colore plus fortement; il est évident que l'apparition de ces formes grosses est accompagnée de changements essentiels dans la structure du corps. Nous avons trouvé ces grosses formes de *Spir. pallida* dans le liquide séreux exprimé d'un chancre, dans le liquide semblable provenant d'une papule sèche, dans une pustule syphilitique et dans des condylomes; elles peuvent donc se rencontrer dans les lésions sèches aussi bien que dans les suintantes, de même à côté d'autres espèces de spirochètes que dans des lésions où il n'y avait que *Spir. pallida*. Des exemplaires semblables, courts et gros, ont été vus par Malinowski dans une gomme; Karwacki a observé de pareilles formes dans les lésions syphilitiques les plus diverses.

Il est bien difficile de dire quel rôle doit être attribué à ces spirochètes courtes et grosses. Dans notre communication préliminaire, nous les avons considérées comme macrogamètes; à vrai dire, nos études ultérieures nous ont inspiré beaucoup de doutes à cet égard, mais elles nous ont permis de constater avec certitude que ces formes grosses sont normales et apparaissent lorsque la spirochète modifie sa manière de vivre habituelle qui est liée à la forme

hélicoïde. Nous pouvons affirmer avec certitude que ces formes grosses ne sont pas des spirochètes en voie de dégénérescence ni de désagrégation. En examinant les lésions syphilitiques récentes, nous avons vu d'habitude d'abord les spirochètes hélicoïdes seules; ce n'est qu'après un laps de temps plus considérable que, dans les mêmes lésions non traitées mais lavées seulement aux liquides aseptiques (à l'eau stérilisée), les formes hélicoïdes devenaient de plus en plus rares et, en revanche, les formes de repos et les spirochètes grosses et courtes faisaient leur apparition. La colorabilité de celles-ci rappelait tout à fait celle des individus normaux, si ce n'est que l'on y voyait un changement de structure lié probablement à des changements internes. Nous n'avons point vu d'autres formes qui puissent être considérées comme une manifestation de désagrégation de ces individus courts; nous croyons donc que ces formes grosses et courtes indiquent un stade nouveau de la vie de la spirochète.

Une apparition analogue des exemplaires courts et gros peut être constatée dans le sang de l'oie infectée par *Spir. gallinarum*. Conservé dans un tube pendant 48 heures, celui-ci renferme très peu de spirochètes ordinaires et beaucoup de formes de repos et de spirochètes courtes et grosses (phot. 61) dont la structure et la colorabilité paraissent tout à fait normales. On peut donc, dans ce cas, provoquer l'apparition de ces formations courtes en modifiant les conditions d'existence de la spirochète. La supposition se présente que, chez *Spir. pallida*, les formes courtes et grosses apparaissent aussi, à côté des formes de repos, lorsque les conditions d'existence de la spirochète ont subi une modification notable et deviennent probablement moins favorables. Il se peut que cela soit lié à certains stades de la maladie.

Parmi les autres espèces de spirochètes, ce n'est que chez *Spir. balbianii* que l'apparition de formes femelles a été constatée par Perrin; les données qui se rapportent à d'autres espèces ne sont pas suffisamment sûres et exactes; ainsi, quoique chez quelques espèces on ait constaté l'existence de formes plus grosses que d'ordinaire, on ne peut rien dire encore de leur rôle.

---

Le deuxième groupe des individus que nous avons décrits dans notre communication préliminaire est constitué par des spirochè-



tes courtes, très minces, possédant à peine une ou quelques spires, arquées et présentant souvent un intervalle clair au milieu du corps. Elles avaient l'air d'une spire ou de quelques-unes des spires isolées d'une spirochète normale. Au début de nos études, nous trouvions ces petites spirochètes principalement dans les accidents primitifs ulcérés; par conséquent, un doute se présente quant aux formations qui provenaient des endroits renfermant, à côté de *Spir. pallida*, d'autres espèces et une flore bactérienne abondante: doivent-elles être considérées comme des spirochètes pâles modifiées ou comme des microorganismes tout à fait différents? Nous ferons remarquer que, pendant nos études ultérieures, nous avons retrouvé des spirochètes pâles courtes et très minces dans le liquide séreux prélevé dans des papules sèches des bras et du dos, de même que dans les infiltrations qui étaient apparues chez des singes après l'inoculation de la syphilis; nous avons constaté souvent leur présence dans les préparations où il n'y avait point d'autres parasites à l'exception de *Spir. pallida*. Nous pouvons donc affirmer avec certitude que *Spir. pallida* peut, à un certain stade de sa vie, donner naissance à des formes courtes et minces qui ressemblent à celles que nous avons décrites dans notre communication préliminaire. Notons cependant que parfois on peut se tromper dans la détermination de l'espèce à laquelle ces exemplaires courts et minces appartiennent; d'autant plus que *Spir. dentium*, qui peut se trouver à côté de *Spir. pallida* dans les lésions syphilitiques, donne parfois aussi naissance aux formes très minces et petites (Mühlens et Hartmann). En revanche, ces formes sont faciles à distinguer de diverses bactéries, surtout des exemplaires légèrement incurvés du bacille fusiforme, d'après la colorabilité du plasme, l'absence du grain nucléaire et les extrémités pointues du corps.

Pour étudier les exemplaires tout à fait sûrs qui ne peuvent induire en erreur dans la détermination de l'espèce, nous avons tout d'abord dirigé notre attention sur les formations qui provenaient des papules sèches où il n'y avait que *Spir. pallida*; ce n'est qu'après les avoir définies et étudiées avec précision que nous déterminions par comparaison les formes semblables mais provenant d'autres lésions syphilitiques. L'étude de formations pareilles chez des singes inoculés avec la syphilis nous était d'un grand secours.

Nous avons mentionné ci-dessus que *Spir. pallida* peut donner naissance à des formes courtes qui n'ont qu'une spire à peine de

son mince corps. A côté de celles-ci, cependant, nous trouvions des exemplaires qui avaient le corps également mince, mais à quelques spires (fig. 54—56), beaucoup moins pourtant que les exemplaires hélicoïdes ordinaires. On voit toutes les formes de transition possibles entre les exemplaires tout à fait courts et les exemplaires un peu plus longs, de sorte qu'il faut classer ces formes diverses dans une même catégorie, d'autant plus que leur processus d'apparition semble être identique.

Déjà dans notre communication préliminaire nous avons attiré l'attention sur ce fait que souvent on peut apercevoir, dans des préparations, des spirochètes d'une longueur excessive. On voit souvent dans ces exemplaires énormes des rétrécissements en plusieurs endroits de leur corps (fig. 48) qui pourraient témoigner d'une formation résultant de l'union bout à bout de plusieurs spirochètes, par les extrémités effilées de leur corps. A côté de ces formations, on rencontre souvent des spirochètes excessivement longues qui ne présentent pas de trace de rétrécissements (fig. 67). Ce qui est caractéristique c'est que ces exemplaires longs sont toujours irrégulièrement courbés, comme si leur corps avait perdu sa rigidité. On y voit parfois un ou plusieurs intervalles clairs semblables aux espaces nucléaires. A notre avis, ces exemplaires sont une forme de développement de *Spir. pallida* qui est en rapport avec la formation des exemplaires courts et minces.

Très souvent, dans un matériel qui contenait des spirochètes en abondance, nous avons vu les formes excessivement longues qui, près de l'extrémité du corps, avaient un étranglement très net; à cet endroit rétréci était attachée une petite spirochète à une ou à peu de spires (fig. 50 et 74). Sur les préparations colorées par la méthode de Giemsa, la partie étranglée était bleuâtre, tandis que la longue spirochète et la petite formation qui s'en séparait prenaient une couleur rouge. On voyait parfois deux étranglements bien nets, au lieu d'un seul, sur la grande spirochète; c'était tantôt à une extrémité, tantôt aux deux extrémités du corps (fig. 49 et 76); d'habitude, les deux individus séparés n'étaient pas alors de même grandeur.

Une série d'images telles que les figures 49, 50, 74 et 76 nous a suggéré la supposition que *Spir. pallida*, à certains stades de sa vie, peut détacher des parties de son corps pour en former des petits individus; cela se fait non pas par bifurcation du corps, comme

pendant la division ordinaire, mais par la division transversale par étranglement. Tandis que la division longitudinale conduit à l'apparition de deux individus soeurs d'une valeur absolument égale, les petites spirochètes qui se séparent ne sont pas toujours de la même valeur et n'ont pas les mêmes propriétés que l'individu mère. C'est pourquoi dans notre communication préliminaire nous avons émis la supposition que ces petites formations diffèrent des grandes spirochètes, quoiqu'elles en proviennent; c'est pourquoi nous avons supposé qu'elles sont différenciées sexuellement. Des exemplaires excessivement longs de spirochètes ont été aussi observés par Mühlens et Hartmann chez *Spir. dentium*. Eux aussi ont remarqué les étranglements sur les grands exemplaires et ont admis notre supposition que ceux-ci peuvent être des cellules mères des individus différenciés sexuellement.

Après avoir constaté que de l'extrémité de *Spir. pallida* peuvent se détacher des exemplaires petits et courts, nous pouvons dire: quoique la spirochète soit un être dont le processus normal de reproduction (qui a lieu seul et toujours chez les formes hélicoïdes) est la reproduction par division longitudinale, cependant, à certains stades de sa vie, commence la reproduction d'un autre genre, notamment celle par division transversale; ainsi, à un stade de sa vie, la spirochète se divise en parties égales, à un autre, en parties inégales. On pourrait dans ces deux types du processus de reproduction de reconnaître une analogie éloignée avec la reproduction par division et par bourgeonnement, processus qui peuvent apparaître l'un à côté de l'autre chez les Protozoaires de diverses espèces.

Remarquons cependant que les formes hélicoïdes ne peuvent se reproduire par division transversale; quoique nous ayons constaté la séparation des petits individus des grandes spirochètes, cela ne peut être considéré comme une preuve à l'appui de l'opinion de Borrel d'après laquelle la division transversale serait le processus normal de la reproduction des spirochètes. A notre avis, ce processus de reproduction ne se présente qu'à un certain stade, strictement défini, de la vie de la spirochète.

On peut se demander, toutefois, si la formation de petits individus par étranglement des extrémités du corps n'est pas une manifestation de dégénérescence (Mühlens et Hartmann chez *Spir. dentium*) ou de plasmolyse (Zabolotny, Prowazek). A cette question, on peut répondre qu'alors on devrait trouver les stades



ultérieurs de la dégénérescence dans les préparations; mais ni les auteurs mentionnés plus haut, ni nous n'avons réussi à les retrouver malgré des recherches minutieuses. Au contraire, les formes qui se séparent ont la configuration d'êtres tout à fait normaux; leur colorabilité ne diffère point de celle des spirochètes ordinaires, surtout de celle de la forme à corps ramolli.

En résumant ce que nous venons de dire, nous pouvons affirmer qu'à un certain stade de la vie de *Spir. pallida*, quand son corps a subi un changement de structure et est devenu moins rigide et excessivement long, les petites spirochètes, courtes et minces, peuvent s'en détacher.

La question du rôle de ces petites spirochètes resterait encore à résoudre. Dans notre communication préliminaire, nous les avons définies comme individus mâles, c'est-à-dire microgamètes, parce que nous avons aperçu plusieurs fois ces petites spirochètes attachées aux côtés des grands individus à gros corps. Toutefois, après avoir passé soigneusement en revue diverses préparations où les grosses spirochètes étaient assez abondantes, de même que les petits exemplaires, nous sommes arrivés à la conclusion qu'une agglutination accidentelle des spirochètes est bien difficile à distinguer de leur union. Surtout, si sur la préparation, outre *Spir. pallida*, il y a d'autres espèces de spirochètes, les images deviennent si compliquées qu'il est presque impossible de les interpréter d'une manière juste. Les images d'accouplement des spirochètes provenaient des préparations où en outre de *Spir. pallida* se trouvaient aussi *Spir. refringens* ou *Spir. dentium*; nous constatons, par conséquent, qu'une erreur dans leur interprétation n'est pas exclue; c'est pourquoi nous les considérons présentement, sous toute réserve, comme une manifestation de la fécondation.

Toutefois, en mettant en doute nos conclusions précédentes, nous remarquons expressément que nous considérons les deux catégories de formes, les spirochètes courtes et grosses, de même que les exemplaires petits et minces, comme des individus tout à fait normaux, non dégénérés; il nous paraît très probable que leur apparition dans les lésions syphilitiques est liée au commencement d'un stade nouveau dans la vie de la spirochète. Ce stade nouveau pourrait être le stade de la reproduction sexuelle où les formes décrites ci-dessus pourraient participer comme cellules différenciées sexuellement. Cette supposi-

tion nous paraît assez vraisemblable, parce que chez d'autres spirochètes (*Spir. balbanii* et probablement aussi *Spir. gallinarum*) les manifestations sexuelles ont été constatées presque avec tous leurs détails. Chez ces spirochètes, la différenciation des individus sexués est liée à un changement essentiel de leur structure et de leurs dimensions.

Dans un de ses derniers travaux, Prowazek décrit les formes grosses et courtes de *Spir. pallida*; leur corps présentait un tel aspect comme si au milieu du périplaste le protoplasme et la substance nucléaire s'étaient condensés en une masse plus épaisse. Les images de Prowazek correspondent complètement aux formes que nous avons déjà décrites dans notre communication préliminaire et dont nous avons parlé plus haut d'une manière plus détaillée (fig. 51). Prowazek pense, de même que nous l'avons dit ci-dessus, que de telles formes apparaissent à la suite d'un changement de la structure de la spirochète; mais il suppose qu'elles peuvent conduire à une autogamie analogue à des manifestations semblables chez les Trypanosomes. A notre avis, il manque, dans ce cas, de preuves suffisantes pour démontrer des manifestations aussi compliquées que l'autogamie.

## VI.

### Rapports des Spirochètes avec les Bactéries et les Protozoaires.

Les résultats de nos études sur la morphologie de *Spir. pallida* sont intimement liés à la question suivante: faut-il considérer les Spirochètes comme des animaux du type des Protozoaires, ou bien comme des Bactéries apparentées au groupe des Spirilles.

On sait que Schaudinn, se basant sur l'étude des Hémoprotozoaires vivant dans le sang du hibou, a conclu que quelques-uns parmi eux peuvent, à un certain stade de leur vie, prendre une forme qui ressemble à celle des Spirochètes. *Spirochaeta ziemanni* serait donc, d'après Schaudinn, un flagellé de forme modifiée. Lorsqu'ensuite on a commencé à étudier de plus près divers genres de Spirochètes, on s'est aperçu que presque chez toutes les Spirochètes on a pu découvrir des caractères qui les rapprochaient des Protozoaires. Schaudinn lui-même fait remarquer qu'aux Spirochètes on doit attribuer les propriétés des Protozoaires, mais que

probablement elles constituent un type distinct. Dans notre communication préliminaire, nous avons appelé l'attention sur ce que *Spirochaeta pallida* (*Treponema pallidum*) peut se mouvoir, se contracter et modifier sa forme et sa structure d'une manière tout à fait différente de celle des Bactéries; nous avons décrit aussi la division longitudinale et le changement de forme à certains stades de sa vie. Ces caractères suffisaient pleinement pour que l'on sépare *Spirochaeta pallida* des Bactéries et qu'on la range parmi les Protozoaires. Si nous ajoutons à présent que *Spirochaeta pallida*, à un certain stade de sa vie, peut se transformer en une forme de repos qui a un aspect tout autre et qui prend naissance d'une autre manière que les spores chez les Bactéries, la place de cette spirochète dans le système des Protozoaires peut être considérée comme assurée. Il faut ajouter encore que, d'après les études très importantes de Prowazek, les réactions chimiques du corps de la spirochète et sa solubilité parlent entièrement en faveur de sa nature protozoaire.

Cependant, l'étude comparée de divers spirilles et de diverses spirochètes a amené plusieurs auteurs à des conclusions fort différentes. Ainsi par ex. Perrin penche vers l'opinion qui range *Spirochaeta balbianii* parmi les Protozoaires. Un avis opposé est émis par Laveran, Mesnil et Léger qui pensent qu'elle présente les caractères des Bactéries équivalents à ceux de *Spirobacillus gigas*. L'étude plus approfondie de ces deux formes, faite par Hölling, a terminé ce différend décidément en faveur de l'opinion de Perrin. De même, en ce qui concerne d'autres spirochètes, les opinions des différents auteurs sont souvent contradictoires. Ainsi, *Spirochaeta gallinarum* a été considérée comme un protozoaire par Prowazek dont les conclusions peuvent être complètement confirmées par nous, tandis que Borrel constatait la nature bactérienne de ce micro-organisme. Ajoutons que les observations de Borrel, bien qu'elles aient été corroborées par quelques auteurs français et aussi par Zettnow, Koch, Novy et Knapp et d'autres, prêtent cependant à la critique. Il paraît à l'heure qu'il est de plus en plus de travaux qui rangent les Spirochètes parmi les Protozoaires. Déjà Woodcock dans son travail d'ensemble sur les Hémoflagellés, observe que les Spirochètes sont liées aux Flagellés. Breinl et Kinghorn, en étudiant *Spir. duttoni*, font remarquer que même la marche de la maladie provoquée par cette spirochète diffère beaucoup de celle



des maladies causées par des Bactéries. La périodicité des symptômes qui se montre avec une régularité inconnue dans les maladies bactériennes et surtout le fait que les animaux auxquels on a inoculé le sang du malade, prélevé au moment de l'atténuation des symptômes morbides et ne renfermant pas en apparence de spirochètes, ont eu un accès de la maladie en même temps qu'un nouvel accès se produisait chez l'individu dont on avait pris le sang, prouvent qu'un cycle évolutif des spirochètes doit exister dans l'hôte. L'évolution de ce cycle, d'après Breinl et Kinghorn, doit être tout à fait différente de tous les processus de développement des Bactéries. Hoffmann et Prowazek, puis Mühlens et Hartmann, attribuent aussi les caractères des Protozoaires à *Spir. dentium* et à *Spir. buccalis*. En un mot, il y a de plus en plus de données qui témoignent contre la nature bactérienne des Spirochètes. Notons encore une fois que la production des formes de repos, de la manière que nous avons décrite plus haut, permet définitivement, à côté d'autres caractères, de ranger *Spirochaeta (Treponema) pallida* parmi les Protozoaires.

Certaines données biologiques attestent aussi la nature protozoaire des Spirochètes. Tout d'abord, la périodicité déjà mentionnée des symptômes morbides qui se manifeste d'une manière extrêmement régulière dans le typhus récurrent ou dans la maladie des poules et des oies et qui peut aussi être constatée dans la syphilis, donne par elle-même à ces maladies une ressemblance avec les maladies provoquées par des Protozoaires indubitables, par ex. avec le paludisme. Il faut rappeler, en outre, que la question de l'existence de toxines spécifiques et la question de l'immunisation de l'organisme contre les maladies provoquées par les Spirochètes se présente maintenant d'une manière un peu différente que les questions analogues dans les maladies bactériennes. Enfin, les réactions chimiques mentionnées plus haut, décrites par Prowazek, ne parlent pas non plus en faveur de la nature bactérienne des Spirochètes.

Le phénomène du groupement des Spirochètes (agglutination ou bien agglomération), bien qu'il puisse se produire d'une manière très nette chez les Spirochètes, ne peut cependant, à notre avis, plaider pour la nature bactérienne de ces microorganismes.

L'agglutination des Spirochètes a été constatée déjà plusieurs fois chez leurs espèces plus grandes, comme par ex. chez *Spir. gallinarum* et *Spir. obermeyer*; en ces derniers temps, Zabolotny

et Maslakowicz ont attiré l'attention sur ce phénomène chez *Spir. pallida*. Nous l'avons observé d'une manière très nette chez *Spir. gallinarum*, au moment où l'intensité de la maladie provoquée par ces spirochètes s'atténue (fig. 63, 71, 79, 80); nous avons aperçu aussi certains stades d'agglutination chez *Spir. pallida* (fig. 73, 81).

Chez *Spir. gallinarum*, ce phénomène débute par l'union de quelques spirochètes bout à bout (fig. 68); toutefois, non seulement leurs prolongements effilés seuls s'entortillent l'un autour de l'autre, mais bientôt aussi leurs corps entiers s'enroulent les uns autour des autres. A ce petit amas de spirochètes s'en joint de plus en plus, et un entrelacement compact se forme bientôt dont divergent en tous sens les faisceaux des spirochètes disposés en rayons (fig. 71, 80). De tels entrelacements compacts peuvent se former peu à peu, lentement, dans le sang, de spirochètes seules; le plus souvent cependant, les spirochètes s'accrochent à un corps plus grand, par ex. à un groupe de globules rouges, et s'amassent tout autour (fig. 80). Cela nous suggère la supposition que l'entrelacement des spirochètes n'est qu'une simple jonction mécanique et n'est pas provoqué par la présence de substances spécifiques (agglutinines). On pourrait donc, dans ce cas, parler plutôt d'une agglomération que d'une agglutination analogue au phénomène pareil chez les Bactéries.

L'union des spirochètes peut être interprétée en général de la même façon que le fait Jennings en ce qui concerne les phénomènes des tropismes. On n'ignore pas que l'agglomération des êtres qui possèdent des mouvements propres dans un milieu liquide, pourrait être expliquée en admettant que ces êtres sont attirés ou dirigés vers le point d'agglomération. On pourrait penser aussi que les êtres qui se meuvent lentement et qui peuvent parcourir le liquide en tous sens, sont arrêtés dans leur course à un certain endroit du milieu de sorte qu'ils ne peuvent plus quitter cet endroit. L'agglomération des spirochètes autour des corps étrangers nous laissait l'impression comme si ces êtres s'enlaçaient autour des corps étrangers et que d'autres spirochètes qui passaient par là fortuitement s'accrochassent à celles qui y étaient déjà arrêtées. Ce n'est pas l'attraction des spirochètes au moyen de substances spécifiques, mais un simple arrêt mécanique de leurs mouvements qui nous paraît être la cause de leur agglomération. Les stades finals de l'agglomération en témoignent aussi, quand les spirochètes

qui se meuvent et se tortillent rapidement, s'agglomèrent (fig. 79) en masses informes.

Les étoiles qui se forment aux premiers moments de l'agglomération des Spirochètes ressemblent beaucoup aux images que Mesnil et Laveran ont décrites chez les Trypanosomes. Une question se présente: les Spirochètes, pareillement aux Trypanosomes, peuvent-elles s'unir entre elles par une seule extrémité de leur corps, toujours la-même, ou par n'importe laquelle des deux? Autant que nous avons pu le remarquer, l'agglomération des Spirochètes peut se produire indifféremment à l'aide des deux extrémités de leur corps. Rien ne nous autorise donc à supposer que ces deux extrémités ne soient pas de la même valeur. C'est à quoi est liée probablement la possibilité que possèdent les Spirochètes de se mouvoir indifféremment dans le sens des deux extrémités de leur corps.

Les manifestations que nous avons décrites chez *Spir. gallinarum*, n'ont pu qu'à un faible degré être constatées par nous chez *Spir. pallida* (fig. 73, 81). Au contraire, Zabolotny, Maslakoviec, Herxheimer et Marie Opificius ont vu des phénomènes semblables à ceux que nous venons de décrire, chez *Spir. pallida*. On peut conclure des dessins de ces auteurs que chez *Spir. pallida*, de même que chez *Spir. gallinarum*, l'agglomération seulement se produit et non pas l'agglutination telle que chez les Bactéries.

---

Par conséquent, même dans le phénomène de l'agglutination apparente des Spirochètes, nous constatons d'autres manifestations que chez les Bactéries; nous pouvons donc dire que tout parle en faveur de l'opinion qui range les Spirochètes parmi les Protozoaires. Dans le système de ces animaux on devrait créer pour les Spirochètes un groupe distinct parmi *Mastigophora*. Nous proposons pour ce groupe le nom de *Spirilloflagellata*.

## VII.

### Spirochètes des lésions provoquées chez des singes par l'inoculation de la syphilis.

Dans tout ce que nous venons de dire, nous n'avons pas pris en considération la question de savoir si les formes diverses de



*Spir. pallida* que nous décrivions provenaient des lésions syphilitiques de l'homme ou de celles qui avaient été provoquées chez des singes (*Macacus, sp. div.*) par inoculation à ceux-ci de la syphilis. Nous avons procédé ainsi parce qu'il n'y a point de différences essentielles entre les spirochètes pâles, proviennent-elles de l'homme ou du singe. Les mêmes formes rigides et hélicoïdes (fig. 1, 64, 66, 67) et les formes ramollies de même aspect se trouvent chez des singes aussi bien que chez l'homme. La transformation des formes hélicoïdes en celles de repos paraît se produire d'après les mêmes règles chez les deux hôtes. Il n'y a qu'une chose qui nous a frappé sur les préparations provenant des lésions syphilitiques du singe: nous y trouvions relativement beaucoup plus de formes de repos, en comparaison du nombre des exemplaires des spirochètes hélicoïdes, que chez l'homme. On a été obligé souvent de faire longtemps des recherches soigneuses dans toute la préparation provenant du singe pour constater la présence des spirochètes hélicoïdes tout à fait typiques, quoique dans la même préparation il se trouvât beaucoup de formes de repos aux stades divers de leur développement. Par conséquent l'hypothèse se présente que le corps du singe, tout en donnant un bon milieu de culture pour le développement de *Spir. pallida*, ne constitue pas pour celle-ci un milieu normal; les spirochètes y persistent dans leur forme typique, hélicoïde, pendant un laps de temps plus court et se transforment en formes de repos plus tôt que chez l'homme.

Ces faits que les spirochètes pâles ont chez le singe la même aptitude pour se transformer en formes de repos, qu'elles peuvent se diviser longitudinalement et modifier leur forme, absolument de la même manière que chez l'homme, prouvent que les spirochètes pâles non seulement peuvent se conserver dans le singe (ainsi que l'affirme Kraus), mais qu'elles peuvent s'y développer, se multiplier et passer par tous les stades de leur vie.

### Explication des figures.

Toutes les figures, à l'exception de la fig. 12, se rapportent à *Spirochaeta pallida*; la figure 12 représente *Spir. obermeyeri* colorée par la fuchsine phéniquée. Toutes les préparations, à l'exception du Nr. 12, ont été colorées par la méthode de Giemsa. Les dessins ont été exécutés à l'aide d'un appareil à dessi-

ner d'après Abbe et d'un microscope de Zeiss. Pour dessiner les contours, on se servait de l'objectif apochromatique, à ouverture numérique 1.30 et à distance focale 2.00, avec l'oculaire Nr. 12. Les dessins ont été exécutés à la hauteur de la table de travail. Les photographies ont été faites à l'aide d'un petit appareil vertical, avec le grossissement de 750 diamètres environ.

### Planche I.

1. Sclérose initiale de la grande lèvre de la vulve d'une femme. Forme hélicoïde typique.
2. Papule.
3. Sclérose initiale chez l'homme. Espace nucléaire visible.
4. Sclérose initiale chez la femme. A côté de l'espace nucléaire un point fortement coloré.
5. Condylome plat de l'anus. L'extrémité de la spirochète est épaissie.
- 6—7. Sclérose initiale chez la femme. Spirochètes perdant leur forme rigide.
- 8—10. Sclérose initiale de la femme. Formes plus courtes avec des espaces nucléaires.
11. Pustule. Spirochète après la division; lieu de séparation coloré d'une manière différente.
12. Singe infecté par le typhus récurrent. *Spir. obermeyer*i après la division; les deux spirochètes avec des espaces nucléaires.
13. Sclérose initiale de la femme. Entortillement de la spirochète.
14. Foie d'un nouveau-né syphilitique. Entortillement de la spirochète.
- 15—19. Sclérose initiale de la femme. Divers stades de l'entortillement des spirochètes.
20. Sclérose initiale de l'homme. Spirochète enroulée en trois anneaux.
21. Sclérose initiale de la femme. Spirochète ramollie avec un anneau homogène à son extrémité.
- 22—23. Papule. Spirochètes ramollies avec des anneaux et le corps qui se contracte.
24. Singe Nr. 4. Spirochète ramollie avec un anneau.
- 25—26. Sclérose initiale de la femme. Formes contractées avec des anneaux.
- 27—30. Formes annulaires. (27. Papule. 28—30. Sclérose initiale de la femme).
31. Sclérose initiale de la femme. Forme molle et enroulée.
32. Condylome plat de l'anus. Forme molle et enroulée.
33. Sclérose initiale de l'homme. Extrémités de la spirochète entortillées.
34. Papule. Extrémités de la spirochète entortillées.
- 35—36. Sclérose initiale de la femme. Formes ramollies s'entortillant.
- 37—38. Sclérose initiale de la femme.
39. Singe Nr. 10.
40. Papule.
- 41—43. Sclérose initiale chez la femme.
44. Papule.
45. Singe Nr. 10.
46. Sclérose initiale de la femme.
47. Singe Nr. 4. Désagrégation de la spirochète.

} Formes dont le corps se condense.

} Stades ultérieurs de la condensation du corps des spirochètes.

- 48. Condylome plat de la vulve. Trois spirochètes unies.
- 49—50. Pustule. Parties des spirochètes qui s'en détachent.
- 51. Pustule. Condensation du plasme en dedans de la spirochète.
- 52. Pustule. Forme grosse et courte.
- 53. Sclérose initiale de l'homme. Forme courte avec une extrémité entortillée.
- 54. Sclérose initiale de la femme. Forme petite.
- 55. Singe Nr. 4. Forme petite.
- 56. Pustule. Forme petite.

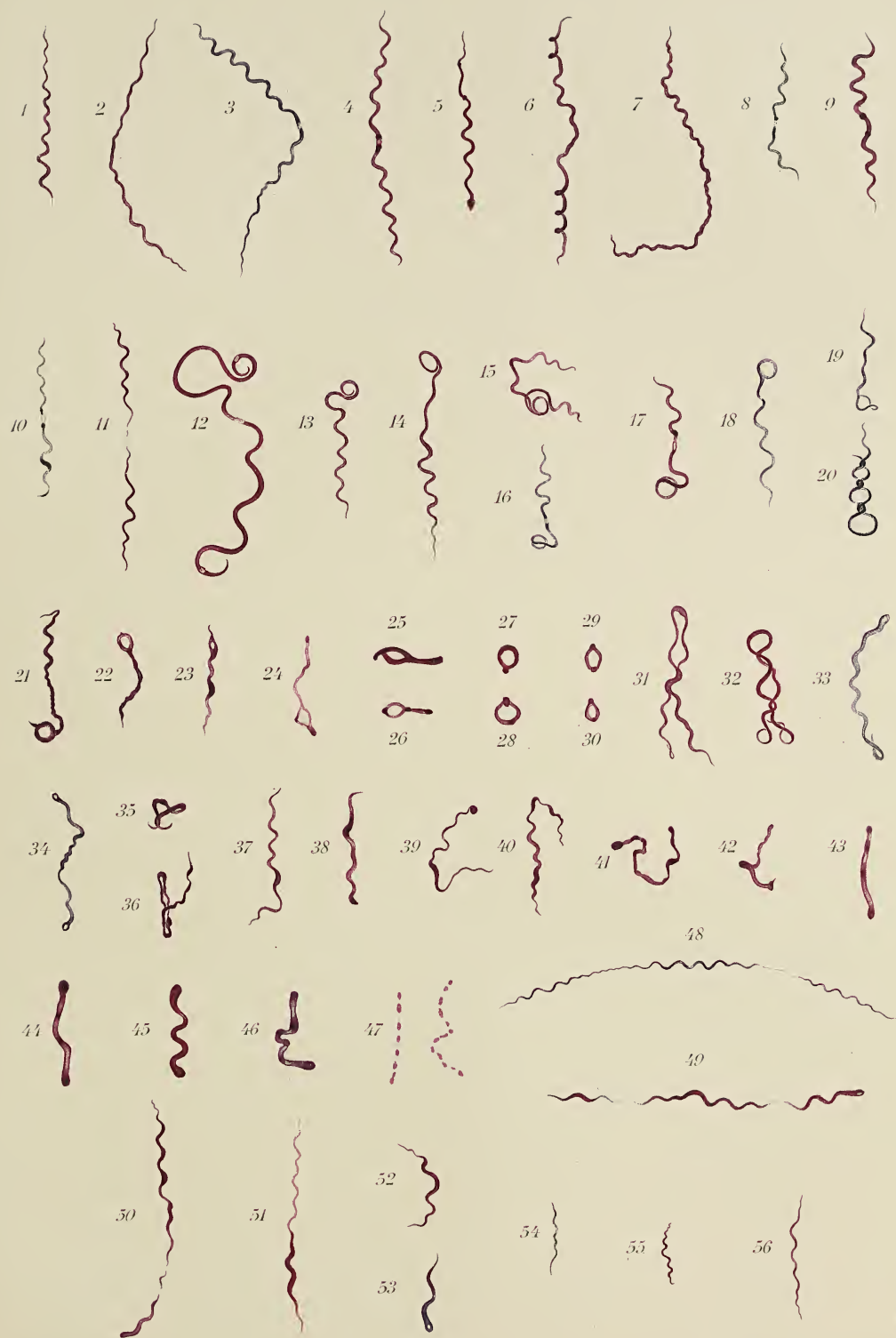
#### Planche II (photographies).

- 57. *Macacus rhesus* inoculé le 24 mai 1906, photographié le 20 septembre 1907. Lésions au-dessous du sourcil.
- 58. Même singe photographié le 27 octobre 1907. Lésions s'étendant plus près du côté de l'angle interne de l'oeil.
- 59. Entrelacement des formes courtes de *Spirochaeta obermeyerii*.
- 60. *Spir. gallinarum*. Forme courte et grosse.
- 61. *Spir. gallinarum*. Entortillement de la spirochète.
- 62. *Spir. gallinarum*. Début de l'agglomération des spirochètes.
- 64—69. *Spir. pallida*. 64. Sclérose initiale. 65. Papule. 66. *Macacus cynomolgus* auquel on a inoculé le virus prélevé sur le singe *Mac. rhesus*. 67. Sclérose initiale. 68 et 69. Papule.
- 70. *Spir. obermeyerii* chez le singe. Spirochètes entortillées et spirochètes après la division.
- 71. *Spir. gallinarum*. Agglomération.
- 72. *Spir. pallida*. Division longitudinale.
- 73 et 81. Entrelacements de *Spir. pallida*. (Sclérose initiale).
- 74. *Spir. pallida* dont se détache une petite spirochète.
- 75. *Spir. pallida* provenant d'une papule sèche. Spirochète courte et grosse.
- 76. *Spir. pallida* provenant d'une papule sèche. Petits individus qui se détachent.
- 77. (Correspond à la fig. 20).
- 78. Deux spirochètes pâles après la division.
- 79—80. *Spir. gallinarum*. Agglomération.
- 82. *Spir. pallida*. En haut: spirochète qui s'entortille; au milieu: forme courte et grosse. (Sclérose initiale).

#### Bibliographie.

- Almkvist et Jundell. Alm, Svenska Läkartst. 1905.
- Alvares. Jour. d. Soc. d. Scienc. méd. de Lisboa. 1906. 70.
- Arnal et Salmon. (syph. expériment.) Annal. Pasteur. 1904.
- Arning et Klein. Deut. m. Woch. 1907. 37.
- Bab. Deut. m. Woch. 1906. — Münch. m. Woch. 1907.
- Babes et Mironescu. Berl. kl. Woch. 1906. 34.













57



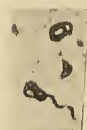
58



59



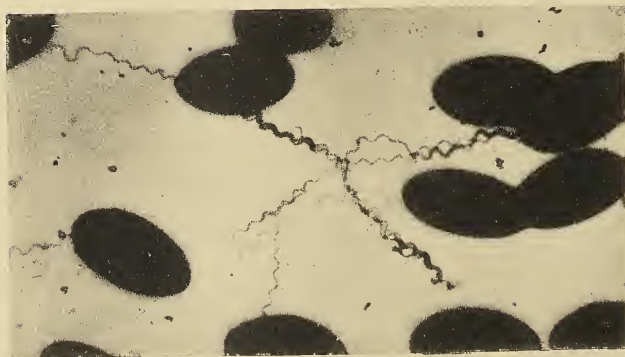
60



61



63



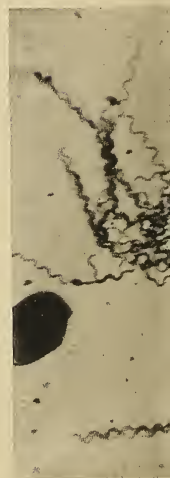
62



66



67





64



72



77



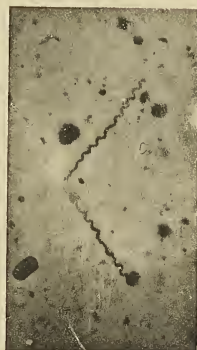
81



65



73



78



82



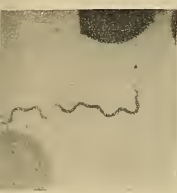
68



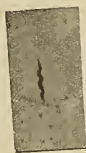
74



69



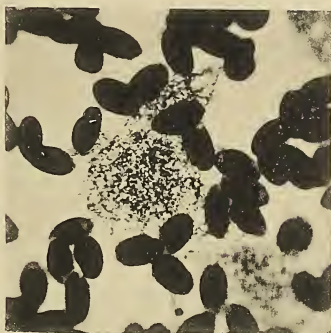
70



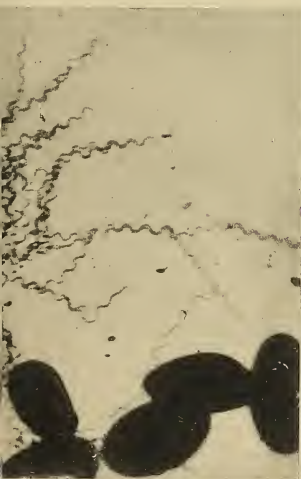
75



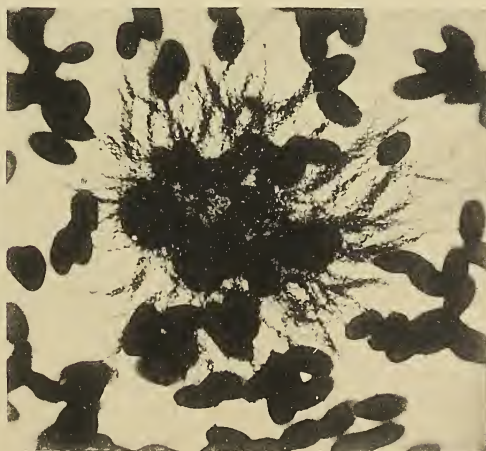
76



79



71



80







57



58



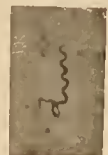
64



65



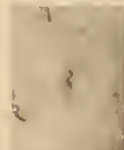
66



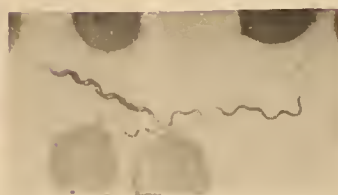
68



67



69



70



72



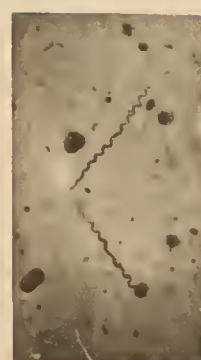
77



81



73



78



82



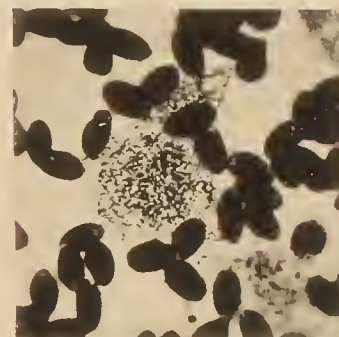
74



75



76



79



59



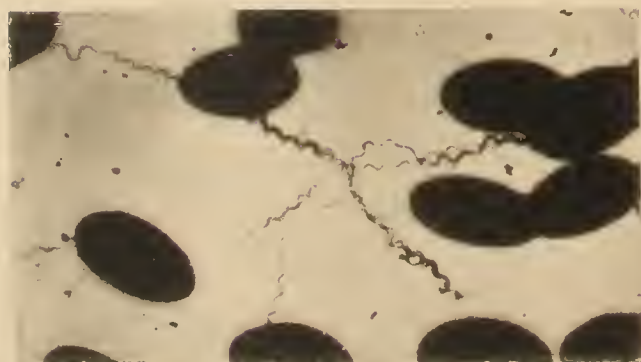
60



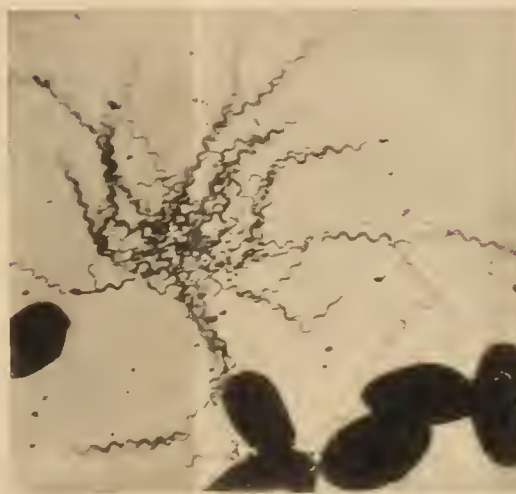
61



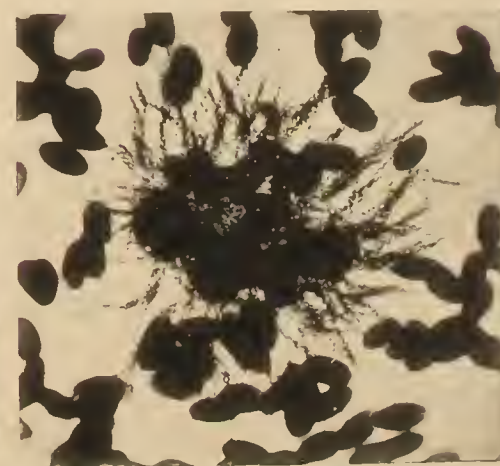
63



62



71



80



- Babes et Pancea. Berl. kl. Woch. 1905. 28. 48.  
 Badin. Thèse, Bordeaux. 1906.  
 Ballenger. Amer. Journ. of Derm. 1906.  
 Bandi et Simonelli. Rif. med. 1905. 29. — Münch. m. Woch. 1905. 35. —  
 Ztbl. f. Bakt. I. 1905. XL. — 1906. XLI. — Gazz. d. Osp. 1906. 57.  
 Bandler. Prag. m. Woch. 1905. 34.  
 Barannikow. Russki Wracz. 1907. 12.  
 Barrat. Pathol. Soc. London. 1905.  
 Barthélemy. La Syphilis. 1903.  
 Bayet. Jour. m. Bruxelles. 1905. 25. 28.  
 Bayet et Jacqué. Bull. Soc. derm. Belg. 1905. — Rev. prat. d. mal. cut.  
 et syph. 1905. 8. 9.  
 Bazzicalupo. Gazz. intern. di med. 1905.  
 Beck. Gyermekeorvos. 1905.  
 Beer. Berl. derm. Ges. 1906. — Münch. m. Woch. 1907. 39.  
 Beitzke. Berl. kl. Woch. 1906. 29. — Ztbl. f. Bakt. XLIII. 4.  
 Benda. Berl. m. Ges. 1906. — Berl. kl. Woch. 1907. 15. 16.  
 Berger. Münch. m. Woch. 1906. — Derm. Ztsch. 1906. XIII.  
 Bertarelli. R. Accad. di Med. di Torino. 1906. — Ztbl. f. Bakt. I. 1906.  
 XLI. 3. 6. — (Syph. expérim.) Riv. d'Ig. et san. pubbl. 1906. XVII. — Ztbl. f.  
 Bakt. I. 1906. XLII. — 1907. XLIII. — (Sp. recurrens) Ztbl. f. Bakt. 1906. XLI.  
 Bertarelli et Volpino. R. Accad. di med. di Torino. 1906. — Ztbl. f.  
 Bakt. I. 1906. XLI.  
 Bertarelli, Volpino et Bovero. Riv. d'Ig. e san. pubbl. 1905. — Ztbl.  
 f. Bakt. I. 1906. XL.  
 Bertin et Breton. Soc. cent. de méd. du Dép. du Nord. 1905.  
 Blanchard L. F. Dauphiné méd. 1905.  
 Blanchard R. (Spir. en général) Arch. de Parasit. 1906. X.  
 Blaschko. Berl. derm. Ges. 1906. — Med. Klin. 1906. 13. 35. — IX. Congr.  
 d. soc. allemand. 1906. — Berl. kl. Woch. 1906. 38. — 1907. 12.  
 Blum. Calif. Stad. Jour. med. 1906.  
 Bodin. Soc. scient. et méd. de l'Ouest. 1905. — Soc. Franç. de Derm. 1905.  
 Böhme. Mediz. Ges. Chemnitz. 1905.  
 Boix. Arch. gén. de Méd. 1905.  
 Bollenstern. Fortsch. d. Mediz. 1905. 31. 32.  
 Bonhoff. Naturwiss. Ges. Marburg. 1905.  
 Bord et. Soc. roy. d. Sc. Méd. et Nat. Bruxelles. 1905 — Jour. méd. Bru-  
 xelles. 1905.  
 Borne. (Spir. framboes. trop.) Geneest. Tijdschr. Nederl. Ind. 1906.  
 Borrel. (Spir. gallinar.) C. R. Soc. Biolog. 1906. LVIII. LX.  
 Borrel et Burnet. (Spir. gallin.) C. R. Soc. Biolog. 1906. LVIII. LX.  
 Borrel et Mlle Cernovodeanu. (Spir. balbiani) C. R. Soc. Biolog. 1907.  
 LXII.  
 Bosc. Montpellier méd. 1905. — C. R. Soc. Biolog. 1906. — Ztbl. f. Bakt. I.  
 1906. XLII.  
 Brandt. Mediz. Ges. Marburg. 1905.  
 Brandweiner. Wien. kl. Woch. 1906.



- Breinl et Kinghorn. (Spir. Duttoni) Mem. of Liverpool School of Trop. Med. 1906.
- Bricka. Com. méd. des Bouches-du-Rhône. 1905.
- Brönnum. Hospitalstind. 1905. 29., 1906. 1.
- Brönnum et Ellermann. Hospitalstind. 1905. 39. — Deut. m. Woch. 1905. 44.
- Brüning (syph. expériment.) Ges. d. Charité-Aerzt. 1905. — Berl. kl. Woch. 1906.
- Bunch. Brit. Journ. of Derm. 1905, 10. 11.
- Burnet. Annal. d. derm. et syph. 1905.
- Burnet et Vincent. C. R. Soc. Biolog. 1905. LIX.
- Buschke. Ver. f. inn. Med. Berlin. 1905. — Berl. derm. Ges. 1906. — IX. Cong. d. l. Soc. derm. allem. 1906.
- Buschke et Fischer. Deut. m. Woch. 1905. 20. 21. — Berl. kl. Woch. 1906. 1. 13. — Berl. derm. Ges. 1906. — Deut. m. Woch. 1906. 19. — Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXXII. 1. — (syph. expériment.) Med. Klin. 1906.
- Bushnell. Lancet. 1905.
- Bussières. Journ. des Accouch. 1906. 4. 7.
- Bütschli. Deut. m. Woch. 1906. 2.
- Campana. Unione topogr. Torino. 1906.
- Carini. Riv. d'Ig. e san. pubbl. 1905. 13.
- Casagrandi et de Luca. Ann. d'ig. sperim. 1906. XVI.
- Castellani. (Spir. ulceris yaws). Brit. M. Assoc. 1905. — Brit. Med. Journ. 1905. — (Yaws et syphilis) Journ. of Trop. Med. 1906. 1. — (frambesia trop.) Deut. m. Woch. 1906. 4.
- Chrzelistzer. Reichs Med. Anzeiger. 1906. 11.
- Clarke. (Protoz. dans la syph. et épitheliome) Brit. M. Journ. 1906.
- Courtellemont. Soc. méd. d'Amiens. 1905.
- Cox. Brit. M. Journ. 1906.
- Csiky. Budapesti Orv. Ujsag. 1905. 45.
- Cube. Aerzt. Ver. Stuttgart. 1905.
- Czillag. (Spir. balanoposthite). Arch. f. Derm. u. Syph. XLVI.
- Czlenow. Russki Wracz. 1905. 24. — 1906. 42. 43. — Med. Klin. 1905. 52.
- Dalous. Journ. des mal. cut. et syph. 1905. 5.
- Danziger. Thèse. Leipzig. 1906.
- Davidson. Charité Ges. 1905.
- Davis. California Journ. of Med. 1906.
- Delbanco. Derm. Ztsch. 1906. XIII. 1.
- Désormeaux. Thèse. Paris. 1906.
- Doehle. (syph., rubéole et variole) Med. Klin. 1905.
- Dohi. Sei-i-Kwai. Tokio. 1905. XXIV. — Tokio Jji-Slimhi. 1905. — Ztbl. f. Bakter. I. XLIV. 3.
- Dohi et Tanaka. Japan. Ztsch. f. Derm. u. Urol. 1906. VI. 1.
- Domernikowa. Russki Wracz. 1906.
- Doutrelepont. Sitzungsber. d. m. Ges. Bonn. 1905. 1906.
- Doutrelepont et Grouven. Deut. m. Woch. 1906. 23. — IX. Cong. d. l. Soc. derm. allemag. 1906.

- Dreyer. Med. Klin. 1906. 51. — (Spir. refringens) Deut. m. Woch. 1907. 18.  
 Dreyer et Toepel. Derm. Ztsch. 1906. 6.  
 Dudgeon. Lancet. 1905. 1906.  
 Duhot. (syph. expériment.) Annal. d. l. Policlin. Bruxelles. 1903.  
 Ehrmann. Wien. dermat. Ges. 1906. — Derm. Ztsch. 1906. 6. — Deut. m. Woch. 1906. 28. — Aerzte Ges. Wien. 1906. — Wien. kl. Woch. 1906. 27. — Ztbl. f. Bakt. XLIV. 3. — (syph. expériment.) Arch. f. Derm. u. Syph. LXXXI.  
 Eitner. Münch. m. Woch. 1907. 16.  
 Ellis. Amer. med. 1906. 1.  
 Elizalde et Wernicke. Sem. méd. Buenos-Ayres. 1905. 34.  
 Entz. Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXXI. 1.  
 Entz et Feldmann. Orvosi Hetilap. 1906.  
 Esdra. Accad. med. di Roma. 1905.  
 Ewing et Hastings. Proceed. of the N. York Path. Soc. 1905.  
 Fanoni. Med. News. 1905. 15. — New York Med. Journ. 1905. 19. — Ri-forma med. 1905. 49.  
 Fantham. (Sp. balbiani et anodontae) Ann. a. Mag. Nat. Hist. 1907. XIX.  
 Feldmann. Ungar. m. Presse. 1906.  
 Ferré. Reun. biolog. Bordeaux. 1906. — C. R. Soc. Biolog. 1906. LIII.  
 Feuillie. Bull. Soc. Méd. des Hôp. Paris. 1906.  
 Finger et Landsteiner. (syph. expériment.) kais. Akad. d. Wiss. Wien. CXIV. III. 1905. CXV. III. 1906. — Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXVIII.  
 Finger. (syph. expériment.) Wien. kl. Presse. 1906. 18.  
 Fischer W. Ther. d. Geg. 1907. 2. — Berl. Klin. 1907. H. 223.  
 Forest. Ztbl. f. Bakt. 1906. XLII.  
 Fitzgerald. Canad. Pract. and Rev. 1906.  
 Flexner. New York Acad. of Med. 1905. — Journ. of Exper. Med. 1907. IX.  
 Flexner et Noguchi. Med. News. 1905.  
 Flügel. Deut. med. Woch. 1905. 44.  
 Forest. Ztbl. f. Bakter. 1906. XLII.  
 Fouquet. C. R. Soc. Biolog. 1907. LXII.  
 Fox. Univers. of Penna med. Bull. XIX. 10.  
 Fraenkel. Münch. m. Woch. 1905. 24. — (Spir. recurrens) Berl. kl. Woch. 1907. — Hyg. Rundsch. 1907.  
 François. Annal. d. l. Soc. Méd. d'Anvers. 1905.  
 Fiedenthal. (spir. carcinom.) Berl. kl. Woch. 1906. 37.  
 Friedlaender. Berl. dermat. Ges. 1906.  
 Frohwein. Physiol. Ver., Kiel. 1905. — Med. Klin. 1906. II. 17.  
 Fusco. Nuov. riv. chir. ther. Napoli. 1906.  
 Galasescu et Jonitescu. Spitalut. 1905.  
 Galli-Valerio et Lassneur. Soc. Vaudoise de Méd. 1905.  
 Ganzer (Spir. oris). Berl. tierärzt. Woch. 1905.  
 Garcia. Rev. de centr. estud. de med. 1905.  
 Gaston. XV. internation. Congr. Lisbon. 1906.  
 Giacomini. Corresp. f. Schweiz-Aerzt. 1906.  
 Giemsa. (colorat.) Ztbl. f. Bakt. I. 1902. XXI. 9. — XXXII. 4. — XXXVII. 2. — Deut. m. Woch. 1905. 26. 32. — 1907. 17.

- Gierke. Münch. m. Woch. 1906. 9. — Berl. kl. Woch. 1907.  
 Glas. Wien. laryngol. Ges. 1905. 1906. — Thèse. Leipzig. 1906.  
 Goldhorn. Post-Graduat. 1906. — Journ. of Exp. Med. 1906. VIII.  
 Gordon. Amer. med. Philadelphia, 1905. 4.  
 Gossner. Deut. militärärztl. Ztsch. 1906. 5.  
 Greeff et Clausen (syph. expériment.) Deut. m. Woch. 1906. 36.  
 Grön. Tidsskrift for den norske lægetoren. 1905. 12.  
 Grouven et Fabry. Deut. m. Woch. 1905. 27.  
 Grünbaum et Smedley. (syph. expériment.) Brit. M. Journ. 1906.  
 Guszman. Orvosi hetilap. 1905. 31.  
 Hallopeau. Assoc. Franç. pour l'Avanc. des Sciences. 1906. — Journ. de mal. cut. et syph. 1905. 8. 9. — La Syphilis. 1905.  
 Hammacher. Med. Weekbl. v. Noord en Zuid. Nederland. 1905. 1906.  
 Harvey. Journ. of Roy. Arm. Med. Corps. 1905.  
 Haslund. Nord Tidsskrift Terap. 1904—1905. 12.  
 Husten. Norsk mag. f. Lægevidensk. 1906.  
 Hayward. Journ. of the Michigan Med. Soc. 1906.  
 Heidingsfeld et Markley. Cincinnati Soc. for Med. Res. 1905.  
 Heller et Lydia Rabinowitsch. Med. Klin. 1906. 28.  
 Herrman. New York Journ. 1905. 24.  
 Herxheimer. Med. Klin. 1905. 32. — Münch. m. Woch. 1905. 39. — IX. Congr. dermat. allemand. 1906.  
 Herxheimer et Hübner. Deut. m. Woch. 1905. 26.  
 Herxheimer et Löser. Münch. m. Woch. 1905. 46.  
 Herxheimer et Mlle Opificius. Münch. m. Woch. 1906. 7.  
 Hewlett. Brit. med. Journ. 1905.  
 Hirschberg. Journ. of the Amer. Med. Assoc. 1905.  
 Hirtz. Bull. d. l. Soc. Med. hôp. Paris. 1906.  
 Hoeger. Münch. m. Woch. 1905.  
 Hoffmann E. Berl. kl. Woch. 1905. 23. — Deut. m. Woch. 1905. 43. — Gesell. Charité Arzt. 1905. — Berl. dermat. Ges. 1905. — IX. Congr. dermat. Soc. allem. — Derm. Ztsch. t. XIII. — (Spir. carcinom.) Berl. kl. Woch. 1906. 28. — (syph. expériment.) Berl. kl. Woch. 1905. 46. — 1907. 9. — Verein f. inn. Med. Berlin. 1905. — Deut. m. Woch. 1906. 13. — Freie Verein. f. Mikrobiol. 1906. — Ztsch. f. Bakt. I. 1905. XXXVIII.  
 Hoffmann et Beer. Demonstrationsges. Berlin. 1906. — Deut. m. Woch. 1906.  
 Hoffmann et Brüning. (syph. expériment.) Deut. m. Woch. 1907. 14.  
 Hoffmann et Halle. Münch. m. Woch. 1906. 31.  
 Hoffmann et Provazek. (spir. balanit. et oris). Ztbl. f. Bakt. 1906. XLI.  
 Hölling. (Spir. gigant et balbiani) Ztbl. f. Bakt. 1907. XLIV.  
 Horand. Lyon méd. 1904. 1905. — Thèse. Lyon. 1907.  
 Hübner. Derm. Ztschr. 1905. XII. 11. — 1906. XIII. 9.  
 Hübschmann. Soc. méd., Genève. 1906. — Berl. kl. Woch. 1906.  
 Ioanitescu et Galasescu. Spitelul. 1905. 23. 24.  
 Ivanoff. Izviest. Imp. Woyenno-med. Akad. Peterburg. 1905. XL.  
 Jacqué. Journ. Méd. Bruxelles. 1905. 26.



- Jacquet et Sevin. Bull. et Mém. Soc. méd. des Hôp. Paris. 1905.  
 Jacquet et Sézary. Bull. et Mém. Soc. méd. des Hôp. Paris. 1906.  
 Jaffé. (Spir. culicis) Arch. f. Protist. 1907. IX.  
 Jambon. Province méd. 1906. 40.  
 Jancke. (Syph. expériment.) Med. Klin. 1907. 17.  
 Jensen. Hospitalst. 1905. 25.  
 Jong. Presse Méd. 1906. 10.  
 Jorio. Gazz. internat. di med. Napoli. 1905. VIII.  
 Justin de Lisle. Arch. gén. d. Méd. 1905.  
 Karwacki. Gazeta lekarska, 1906. — (bacilles et spiroch.) Przegl. chor. skór. i wen. Varsovie. 1906. I. — (spir. oris) Gazeta lek. 1902.  
 Kee (Mac). New. York med. Journ. 1906. 12.  
 Keenan. Montreal M. J. 1905.  
 Keysselitz. (spir. anodontae) Arb. a. d. k. Gesundheitsamte. Berlin. 1906.
- XXIII.**
- Kimla. Casopis lék. česk. 1905. 43. 44. 45.  
 Kiolemenoglou et Cube. Münch. m. Woch. 1905. 27.  
 Kirsch et Fabry. Aerzte Ver. Dortmund. 1905.  
 Koch. (spir. recurrens) Berl. kl. Woch. 1906.  
 Kowalewski. Berl. ophtalm. Ges. 1905.  
 Kraus A. Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXXII. 1.  
 Kraus R. Wien. Aerzte Ges. 1905. — Mraček's Handbuch d. Derm. 1907. — Wien. kl. Woch. 1905. 22. 41. — Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXX.  
 Kraus R. et Prantschhoff. Wien. kl. Woch. 1905. 37.  
 Kraus R. et Volk. Wien. kl. Woch. 1905. 37. — 1906. 21.  
 Kriebich. Wien. kl. Woch. 1906.  
 Krienitz. (Spir. carcinom) Deut. m. Woch. 1906. 22. — Ztschr. f. Bakter. 1906 XLII.  
 Krzyształowicz et Siedlecki. Przegląd lek. 1905. 31. — 1906. 17. — Montsh. f. pr. Derm. 1905. XLI. — 1906. XLIII. — Bull. d. l'Académie des Sciences de Cracovie, 1905. — Revue prat. d. mal. cut. syph. et ven. 1906.  
 Landsteiner. Wien. Aerzte Ges. 1905. — Wien. kl. Wien. 1906.  
 Landsteiner et Mucha. Wien. kl. Woch. 1906. 45.  
 Lane. Practitioner. 1905. 2.  
 Lapowski. New. York Med. Journ. 1907.  
 Lassar. (syph. expériment.) Derm. Ztsch. 1905. 6. — Berl. kl. Woch. 1904 52. — 1905. 30.  
 Laveran. (spir. gallinar.) C. R. Soc. Biolog. 1906. LVIII.  
 Lannois et Laederich. (spirillum, bac. fusiforme) Bull. et Mém. Soc. Méd. hôp. d. Paris 1905.  
 Lefebvre. Jour. Méd. Bruxelles. 1906. 14.  
 Legrain. La Syphilis. 1905. III.  
 Leiner. Ges. f. inn. Med. u. Kinderheilk. Wien. 1905.  
 Lenartowicz. Przegl. lek. 1906. 6. 7.  
 Lennan Mac. (spir. pall et cytorrhynes). Glasgow Med. Chir. Soc. 1905. — Brit. med. Journ. 1906.  
 Leonard. California Journ. of Med. 1906.  
 Bulletin III.

- Lesser. Ges. d. Charité Aerzte. 1905.
- Leriaux et Geets. (culture) Ztsch. f. Bakter. 1906. XLII. — Prog. méd. Belge. 1906. 16.
- Levaditi. Acad. de méd. 1905. — C. R. Soc. Biolog. 1905. LVIII. LIX. — LX. — (spir. gallinar.) Annal. Pasteur. 1906. — Berl. kl. Woch. 1906. — (spir. refringens) C. R. Soc. Biolog. 1905. LVIII.
- Levaditi et Intosh. (culture) Annal. Pasteur. 1907. XXI.
- Levaditi et Manonélian. C. R. Soc. Biolog. 1905. LIX. — 1906. LX. (syph. expériment.) C. R. Soc. Biolog. 1905. LIX. — 1906. LX. (spir. duttoni) 1905. LVIII.
- Levaditi, Nobécourt et Darré. C. R. Soc. Biolog. 1905. LVIII.
- Levaditi et Petresco. Presse méd. 1905. 78.
- Levaditi et Salmon. C. R. Soc. Biolog. 1905. LIX.
- Levaditi et Sauvage. C. R. Soc. Biolog. 1905. LIX. — Acad. des Sciences. 1906. CXLIII. Paris.
- Levy-Bing. Bull. med. 1905. 49. 52. 54. — Annal. des mal. vénér. 1906. 3. — La Syphilis. 1905. III. — Encyclop. Scientif. 1907. Paris.
- Levy-Fränckel. Journ. d. pratic. 1906.
- Linser. Med.-naturwiss. Ver., Tübingen. 1906.
- Lipschütz. Deut. m. Woch. 1905. 46. — Wien. kl. Woch. 1906. 37.
- Loewenthal. Ver. f. inn. Med. Berlin. 1905. — Biophys. Ztbl. 1905. — Ges. d. Charité Aerzte. 1906. — (Spir. oris) Med. Klinik. 1906. 11. — Berl. kl. Woch. 1906. 10.
- Löwy. Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXXI. 1.
- Lühe. Sitzber. Phys.-ökon. Ges. Königsberg. 1904.
- Lutz. Pressa med. 1905.
- Magalhaes d'Al. Thèse. Rio de Janeiro. 1906.
- Maisonneuve. (syph. expériment.) Thèse. Paris. 1906.
- Malherbe. (spir. Vincent) Gaz. méd. Nantes. 1905. 48.
- Malinowski. Przegląd chor. skór. i wen. 1907. II. 2.
- Mantegazza. Corso di clin. dermosif. Pavia. 1906.
- Maratin. Journ. des accouch. 1905. — La Syphilis. 1905.
- Marcinowski. Med. Obosrn. 1906. 9.
- Marie et Levaditi. Bull. d. Soc. Med. Hôp. Paris. 1906.
- Marinesco et Minea. Soc. de Neurol. Paris. 1906.
- Marino. (coloration de protoz.) Annal. d. Pasteur. 1904. 12.
- Marshall. Treatment. 1905. 7.
- Martin Sal. Rev. de san. mil. 1906. XX.
- Marzano. (syph. expériment.) Roma. 1905.
- Marzochi et Garra. Giorn. ital. d. mal. ven. e d. pelle. 1905. VI.
- Maslakowicz. Russkij Wracz. 1907. 23.
- Mello. Imprensa med. San Paulo. 1905. 16.
- Mendes de Costa. Nederl. Tijdsch. v. Geneesk. 1906.
- Mendoza. Bol. d. Inst. d. suerother. 1905.
- Ménétrier et Rubens-Duval. Bull. et mém. soc. méd. hôp. Paris. 1905.
- Merk. (cytorrhycles luis) 77. Versamml. d. deut. Naturf. u. Aerzte. Meran. 1905.

- Metscherski. *Prat. Wracz.* 1906. 39.
- Metchnikoff. (syph. expériment.) *Soc. d. l'Int. d. Hôp. Paris.* 1906. — *Arch. gén. de méd.* 1905. — *Acad. de Méd. Paris.* 1906. — IX. Congr. d. l. soc. derm. allemag. 1906.
- Metchnikoff et Hallopeau. (syph. expériment.) *Acad. d. Médec.* 1906.
- Metchnikoff et Roux. (Syph. expériment.) *Annal. Pasteur.* I. 1903. XVIII. — II. 1904. XIX. 1. — III. 1904. XIX. 11. — IV. 1905. XX. 11.
- Milhit. *Gaz. des Hôp.* 1906. 11.
- Milian. *Bull. et Mém. Soc. Anat. Paris.* 1905. — *Dépêche méd.* 1906.
- Moncorvo. *Soc. de med. e. cir. Rio de Janeiro.* 1905.
- Morasawa et Ono. *Jji-Shinbun.* Tokio. 1905.
- Moritz. *St. Petersburg. m. Woch.* 1905. 20.
- Mucha et Scherber. *Wien. derm. Ges.* 1906.
- Mulzer. (spir. en général) *Berl. kl. Woch.* 1905. 36. — *Arch. f. Derm. u. Syph.* 1906. LXXIX.
- Munro. *Austral med. Gaz.* 1906.
- Mühlens. *Ztbl. f. Bakt. I.* 1907. XLIII. — (spir. en général) *Ztsch. f. Hyg.* 1907. LVI.
- Mühlens et Hartmann. *Ztbl. f. Bakt. I.* 1907. XLIII. — (spir. dent. et buccalis) *Ztsch. f. Hyg.* 1906. IV.
- Mühlmann. *Russkij Wracz.* 1906. 7.
- Müller. *Deut. m. Ztg. Berlin.* 1905. XXVI.
- Müller et Scherber. (balanite) *Arch. f. Derm. u. Syph.* 1905. LXXVII. — *Wien. kl. Woch.* 1906. 21.
- Nattan-Larrier et Bergeron. *Presse Méd.* 1906. 3.
- Nattan-Larrier et Brindeau. *C. R. Soc. Biolog.* 1906. LX. (bis).
- Neisser. (syph. expériment.) *Deut. m. Woch.* 1904. 38. 39. — IX. Congr. d. derm. allemag. Berne. 1906. — *Syphilisforschung.* Springer-Berlin. 1906.
- Neisser et Baermann. (syph. expérim.) II. *Deut. m. Woch.* 1905. 19.
- Niesser, Baermann et Halberstädter. (syph. expériment.) III. *Deut. m. Woch.* 1906. 1 - 3.
- Niesser, Siebert et Schucht. (syph. expériment.) IV. *Deut. med. Woch.* 1906. 13.
- Neisser et Veiel. (syph. experiment.) *Deut. m. Woch.* 1904. 1.
- Neuberger. *Aerzte. Ver. Nürnberg.* 1905.
- Neufeld et Provazek. (spir. en général) *Arb. a. d. Gesundheitsamte.* Berlin. 1907. XXV. 2.
- Neumann R. O. *Med. Verein. Heidelberg.* 1905.
- Nicolas et Favre. *Soc. Méd. d. Hôp. Lyon.* 1906.
- Nicolas, Favre et André. *Soc. Méd. d. Hôp. Lyon.* 1905. — *Lyon. méd.* 1905. 40.
- Nicolle. (syph. expériment.) *Annal. Pasteur.* 1903. 10.
- Nigris. *Deut. m. Woch.* 1905. 36. 43.
- Noegerath et Staechelin. *Med. Ges. Basel.* 1905. — *Münch. m. Woch.* 1903. 31.
- Nobecourt, Levaditi et Darré. *C. R. Soc. Biolog.* 1905. LVIII.
- Novy et Knapp. (Spir. Obermayeri) *Journ. Amer. Med. Ass.* 1906.



- Omelczenko. Russkij Wracz. 1905. 29.
- Oppenheim et Sachs. Deut. m. Woch. 1905. 29. — Wien. kl. Woch. 1905. 45.
- Palander. Duodecim. 1905. XXI.
- Papin. Arch. Méd. d'Anvers. 1905. 16.
- Parodi. (syph. expériment.) Ztbl. f. Bakter. I. 1907. XLIV.
- Paronhos. Rev. Méd. de San Paulo. 1905. 18.
- Pascalis. Policlinico. 1905. 28.
- Paschen. Aerzte Ver. Hamburg. 1905—1906.
- Pasini. Giorn. ital. d. mal. ven. e. d. pelle. 1905. 3.
- Pereira. Thèse. Porto. 1905.
- Perrin. (spir. balbiani) Arch. f. Protistenkunde. 1906.
- Petresco. C. R. Soc. Biolog. 1905. LIX. — Rev. stüntelor med. 1905. 8.
- Petzold. Thèse. Leipzig. 1905.
- Pfeiffer. (spir. pâle et trypanosomes) Korres. Blatt. d. all. Aerzte Ver. Tübingen. 1906. 1.
- Pfender. Amer. med. 1906.
- Ploeger. Assistenten Ver., München. 1905. — Aerzte Ver. München. 1905.
- Polland. (spir. gangraenae nosocom.) Wien. kl. Woch. 1905. 47.
- Pollio et Fontana. Gaz. d'Asped. 1905.
- Popowics. (spir. en général) Thèse. Paris. 1906.
- Pospielow. Soc. dermatol. Moscou. 1905. 1906.
- Preis. Orvosi Hetilap. 1906. 3. — Wien. med. Presse. 1906.
- Proca et Vasilescu. C. R. Soc. Biolog. 1905. LVIII.
- Prowazek. (spir. en général) Ztsch. f. wiss. Mikrosk. n. f. m. Tech. 1906. XXIII. 1. — (spir. gallinarum) Arb. a. d. Gesundheitsamte. Berlin. 1906. XXIII. — (comparaison de spir.) Arb. a. d. Gesundh. 1907. XXVI. 1.
- Queyrat. (spir. expériment.) Soc. Franç. d. Derm. et Syph. 1906.
- Queyrat et Feuillé. Bull. et Mém. Soc. méd. Hôp. Paris. 1906.
- Queyrat et Joltrain. Bull. et Mém. Soc. méd. Hôp. Paris. 1905.
- Queyrat et Levaditi. Soc. méd. Hôp. Paris. 1906.
- Queyrat, Levaditi et Feuillé. Bull. et Mém. Soc. méd. Hôp. Paris 1905. — Annal. d. dermat. et syph. 1905.
- Quéry. C. R. Soc. Biolog. 1907. LXII.
- Radaeli. Accad. med. fis. fiorentina. 1905. 1906.
- Raubitschek. Wien. kl. Woch. 1905. 28.
- Ravaut et Pouselle. Bull. et Mém. Soc. méd. hôp. Paris. 1906.
- Reckzeh. Ztsch. f. experim. Pathol. u. Therapie. 1905—1906.
- Reines et Lipschütz. Wien. dermat. Ges. 1906.
- Reischauer. Deut. m. Woch. 1905. 34.
- Reitmann. Deut. m. Woch. 1905. 25.
- Reuter. Biol. Ges. Hamburg. 1905. 1906. — Ztsch. f. Hyg. 1906. LIV. 1.
- Ribadeau-Dumas et Poisot. C. R. Soc. Biolog. 1907. LXII.
- Richards. Med. Chronicle. 1906.
- Richard et Hunt. Lancet. 1905—1906.
- Ricklin. Rev. internat. d. Clin. et Thér. 1905. 7. 12.
- Rille. Münch. m. Woch. 1905. 29. — Med. Ges. Leipzig. 1905. 1906.

- Rille et Vockerodt. Med. Ges. Leipzig. 1905.  
 Risso et Cipollina. Rif. med. 1905. 31.  
 Ritter. Münch. m. Woch. 1906. 40.  
 Rona. Orvosi Hetilap. 1906 -- 1907. 9.  
 Rona et Preis. Ungar. med. Presse. 1905. 10.  
 Roscher. Berl. kl. Woch. 1905. 44--46. — 1906. 16. — Med. Klinik. 1906. 1—3.  
 Rosenbach. Berl. kl. Woch. 1906. 35.  
 Rosenberger. Cath. Soc. of Philadelphia. 1905.  
 Roux et Metchnikoff. (syph. expériment.) Bull. d. l'Acad. d. Méd. 1903.  
 Russel. Journ. of the Amer. M. Assoc. 1905.  
 Sakurane. Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXXII.  
 Saling. Ztbl. f. Bakter. I. 1906. XL. 1. 7. 8. — XLII. 1. 2. — XLIII. 1—4. — Wien. kl. Rundschau. 1907. 9. 10.  
 Salmon. C. R. Soc. Biolog. 1905. LVIII. — Arch. gén. d. Méd. 1905. 42. — Méd. pratic. 1906. 11.  
 Salmon et Macé. Bull. d. l. Soc. d'Obstétr. Paris. 1905. 7.  
 Sauvage et Levaditi. C. R. d. l. Soc. d'Obstétr. Paris. 1906. 1.  
 Sberna. Clin. mod. Firenze. 1905. XI.  
 Schaudinn. Deut. m. Woch. 1905. 42. 43. — (spir. et trypanosome) Arb. a. d. k. Gesundheitsamte. Berlin. 1904. XX. 3. — 1907. XXVI. 1.  
 Schaudinn et Hoffmann. Arb. a. d. k. Gesundheitsamte. Berlin. 1905. XX. 2. — Deut. m. Woch. 1905. 18. — Berl. med. Ges. 1905.  
 Scherber. (syph. expériment.) Wien. m. Woch. 1906. 24.  
 Schlimpert. Deut. m. Woch. 1906.  
 Schmitt. California Journ. of Med. 1906  
 Scholtz. Deut. m. Woch. 1905. 37. — Ver. f. wiss. Heilk. Königsberg. 1905.  
 Schor. Russkij Wracz. 1905. 36.  
 Schönfeld. Thèse. Montpellier. 1905.  
 Schridde. Aerzte Ver. Marburg. 1905. 1906.  
 Schucht. (syph. expérim.) Münch. m. Woch. 1907. 3.  
 Schultz. Journ. of Med. Res. 1906. XV.  
 Schultze. (cytorrhcytes) Berl. ophtal. Ges. Berlin. 1905. — (Siber-spirochaete) Berl. kl. Woch. 1906. 37. — (syph. expérimentale) Münch. m. Woch. 1906. 38.  
 Schuster. Berl. kl. Woch. 1907. 17.  
 Schütz. (spir. pallida et cytorrhcytes) Münch. m. Woch. 1906. 12.  
 Schwetz. Wracz. 1906.  
 Selitrenny. Thèse, Montpellier. 1906.  
 Sellheim. Aerzte Ver. Freiburg. 1905.  
 Sézary. Presse Méd. 1906. 24.  
 Shennan. Scot. med. and surg. Jour. 1905. — Edinburgh Med. Chir. Soc. 1906. — Lancet. 1906.  
 Siebert. Breslau. dermat. Ges. 1905. — Deut. m. Woch. 1905. 41.  
 Siegel. (syph. expériment.) Berl. m. Ges. 1906. — Ztsch. f. Bakteriologie. 1907. XLIII. — Med. Klinik. 1905. — Münch. m. Woch. 1905.  
 Siedlecki et Krzysztalowiez. Rozprawy Akad. Umiejętności. Kraków, t. XLV. B. 1905.

- Simmonds. Aertz. Ver. Hamburg. 1906. — Münch. m. 1906. 27.
- Simonelli et Bandi. Gazz. d'Osp. Milano. 1905. 1906. — Ztbl. f. Bakter. I. XL. 1. — (syph. expériment.) Arch. f. Derm. u. Syph. 1906. LXXIX. 2. 3.
- Sioli. Thèse. Halle. 1906.
- Soberheim et Tomaszewski. Münch. m. Woch. 1905. 39.
- Sokoloff. Soc. dermat. Moscou. 1905.
- Souza (de) et Pereira. Berl. kl. Woch. 1905. 44.
- Spiegel. Allg. aertz. Verein. Köln. 1905.
- Spitzer. Wien. dermat. Ges. 1905. — Wien. kl. Woch. 1905. 31.
- Splendore. Pressa med. San Paulo. 1905.
- Stein. IX. Congr. d. l. Soc. Dermat. Allemagn. 1906.
- Stiles. Amer. med. 1905. X. 3.
- Stiles et Pfender. Amer. med. 1905. X. 23.
- Swellengrebel. C. R. Soc. Biolog. 1907. LXII. — Annal. Pasteur 1907. XXI.
- Szereszewski. Deut. m. Woch. 1907. 12.
- Szow. Russkij Wracz. 1905. 36.
- Taylor et Bellenger. Journ. of Amer. Med. Assoc. 1905. XLV. 20.
- Teacher. Glasg. Med. Chir. Soc. 1905.
- Terra. Soc. de med. e chir. 1905.
- Terzaghi. Policlínico. 1905.
- Thesing. Münch. m. Woch. 1905. 28. — Deut. m. Woch. 1905. 32. — Ztbl. f. Bakt. I. 1906. XL. 3.
- Thibierge. Gaz. des Hôp. 1906. 11. — La Syphilis. 1906. IV. — Journ. d. prat. 1906. 1.
- Thibierge et Ravaut. (syph. expériment.) Ann. d. Derm. et Syph. 1905.
- Thibierge, Ravaut et Burnet. C. R. Soc. Biolog. 1906. LX. — La Syphilis. 1906.
- Thibierge, Ravaut et Le Sourd. Bull. et Mém. Soc. Méd. d. Hôp. Paris. 1906.
- Thomsen et Chievitz. Bibliot. f. Laeger. 1906.
- Toepel. Derm. Ztrbl. 1906. IX. 4.
- Tomaszewski. Münch. m. Woch. 1906. 27. — Annal. d. ther. dermat. et syph. 1906. 19. — (syph. expériment.) Münch. m. Woch. 1907. 21.
- Török et Schattelesz. Orvosi hetilap. 1907. 30.
- Tunnicliff. (spir. et bac. fusiforme) Journ. of Infect. Dis. 1906. III.
- Uhle et Mackinney. Jour. Amer. Med. Assoc. 1907.
- Uhlenhuth et Haendel. (spir. recurrens) Arb. a. d. Gesundheitsamte. Berlin. 1907. XXVI. 1.
- Vaccari. (spir. et cytorrhycles) Ann. di med. nav. Roma. 1905.
- Vasconcelles. Braz. med. 1905.
- Veillon et Girard. C. R. Soc. Biolog. 1905. LIX.
- Versè. Med. Klinik. 1906. II. 24. 25. 26.
- Vlés. (Tryp. Balbiani) C. R. Soc. Biolog. 1906. LVIII.
- Volk et Schiffmann. Wien. Aerzte Ges. 1905.
- Volpino. Giorn. d. R. Accad. di Med. Torino. 1905. 11—12.
- Volpino et Fontana. Riv. d'Ig. e san. pubbl. 1906. XVIII. — Ztrbl. f. Bakter. 1906. XLII.



- Vuillemin. C. R. de l'Acad. d. Scienc. Paris. 1905. CXL. 23.
- Waelsch. (cytorrhycles) Wien. kl. Woch. 1905.
- Wallich et Levaditi. C. R. Soc. Biolog. 1906. LX. -- Annal. d. Gynéc. et d'Obstetr. 1906.
- Wany. Brit. M. Journ. 1905.
- Wechselmann. (syph. expériment.) Deut. m. Woch. 1906.
- Wechselmann et Loewenthal. Med. Klinik. 1905. 26. 33.
- Weeney Mac. Brit. M. Journ. 1905.
- Weichselbaum. Versamml. d. Ver. d. Sanitätsbeam. Niederoesterreich. 1905.
- Weitlauer. Wien. kl. ther. Woch. 1905. 45.
- Wellmann. (spir. pertenuis) Arch. f. Schif. u. Trop. Hyg. 1907. XI.
- Wersilowa Mlle. Ztrbl. f. Bakter. I. 1906. XLII.
- Werther. Ges. d. Natur. u. Heilkunde. Dresden. 1905.
- Wesley, Taylor et Ballenger. Amer. Med. Assoc. Journ. 1905.
- Widal et Ravaut. Bull. et Mém. Soc. Méd. Hôp. Paris. 1905.
- Wiens. Arch. f. Schiffs. u. Tropenhyg. X. 15.
- Wimann. Nordisk med. Arkiv. 1906. 1.
- Winkler. (cytorrhycles) Wien. dermat. Ges. 1906. -- IX. Congr. d. l. Soc. dermat. allemand. 1906.
- Wollf. Ztrbl. f. Bakter. 1907. XLIII. -- (spir. polyspira) 1907. 11. XVIII.
- Wolters. Naturfors. Ges., Rostock, 1905. -- Med. Klinik. 1905. 38.
- Woodcock. (spir. en général) Quart. Journ. Micr. Soc. 1906.
- Zabel. Med. Klinik. 1907. 20.
- Zabołotny. Russkij Wracz. 1905. 23. -- Mikrobiol. Ges. St. Petersburg. 1905. -- (syph. expériment.) Przegl. chor. skór. i wener. 1906. I. -- Arch. d. Scienc. Biolog. XI. 1. 2.
- Zabołotny et Maślakowicz. Ztbl. f. Bakter. XLIV. 6.
- Zedlewski. Thèse. Leipzig. 1905.
- Zelenew. Soc. dermat. Charkow. 1905. -- Journ. Russe de Mal. Cut. et Syph. 1905. X.
- Zettnow. (spir. en général.) Ztsch. f. Hyg. 1906. 3. -- (spir. gallinar., recurrens) Deut. m. Woch. 1906. 10.
-

## Errata.

Séance du 3 Février 1908.

Note de M. J. Browiński *Ueber die Gegenwart von Protein-säuren im Blute:*

Page 103, ligne 2, *au lieu de 2.5 lisez 0.25.*

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1908 — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

21 Marca 1908.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

## A). / Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

M. Smoluchowski. Théorie d. mouvement d. liquides visqueux . . .	Janv. 1907
V. Humnicki. Condens. de l'acétoguanamine avec l. aldéhydes . . .	Janv. 1907
M. P. Rudzki. Tremblement de terre en Calabre, 8 Sept. 1905 . . .	Janv. 1907
L. Marchlewski. Matière colorante du sang et de la chlorophylle . . .	Févr. 1907
J. Laub. Rayons cathodiques secondaires . . . . .	Févr. 1907
J. Grzybowski. Boryslaw, monographie géologique . . . . .	Févr. 1907
A. Korczyński, L. Marchlewski. Mat. color. racines, Datisca C. . . . .	Févr. 1907
S. Zaremba. L'équation biharmonique etc. . . . .	Mars 1907
A. Bolland. Gaïac et oxyhémoglobine . . . . .	Mars 1907
L. Grabowski. Mesures au moy. de micromètres d'occultation . . .	Avril 1907
L. Natanson. Théorie d. l. dispersion et de l'extinction etc. . . .	Avril 1907
H. Merczyng. Mouvement d. liquides à grande vitesse etc. . . .	Mai 1907
A. Bolland. Réaction de l'aloïne avec l'oxyhémoglobine . . . . .	Mai 1907
K. Kling. L'aldéhyde para-tolylacétique etc. . . . .	Mai 1907
M. Sadzewicz. Fatigue photo-électrique d. métaux . . . . .	Mai 1907
K. Wójcik. Bloes exotiques dans le flysch etc. . . . .	Mai 1907
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Etudes sur la chlorophylle . . .	Juin 1907
J. Merunowicz, J. Zaleski. Les Hémines . . . . .	Juill. 1907
J. Zaleski. Méthode d. combustions élém. etc. . . . .	Juill. 1907
W. Dziewulski. Perturbations séc. d. petites planètes . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner, St. Tolłoczko. Vitesse d. dissolution d. solides, II. . .	Juill. 1907
L. Bruner, J. Dłuska. Bromuration du toluène . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner. Conductibilité él. du Br et J en solution etc. . . . .	Juill. 1907
W. Łoziński. Cavités lacustres pleistocènes etc. . . . .	Juill. 1907
Z. Thullie. Diamagnétisme. Théorie des électrons . . . . .	Juill. 1907
St. Dąbrowski. Matière colorante des urines etc. . . . .	Oct. 1907
A. Korn. Solution gén. d. problème biharmonique . . . . .	Oct. 1907
St. Niementowski. Acide anthranil. et éther benz. etc. . . . .	Oct. 1907
M. P. Rudzki. La gravité à Cracovie, S. Francisco etc. . . . .	Oct. 1907
J. Morozewicz. Composition de la néphéline . . . . .	Oct. 1907
L. Żłobicki. Radium et solutions colloïdales . . . . .	Nov. 1907
C. Zakrzewski. Analyseur elliptique à pénombre . . . . .	Nov. 1907
J. Lewiński. Dépôts jurassiques, chaîne de Sulejów . . . . .	Nov. 1907
L. Marchlewski, J. Robel. Chlorophylles . . . . .	Déc. 1907
K. Żorawski. Équations aux dériv. part. de 1 Ordre . . . . .	Déc. 1907



W. Sierpiński. Développement de l'expression $\sqrt[n]{a}$ . . . . .	Déc. 1907
M. Smoluchowski. Théorie cinét. de l'opalescence des gaz etc. . . . .	Déc. 1907
H. Merczyng. Stegmani Inst. math. libri II . . . . .	Déc. 1907
M. P. Rudzki. Remarque etc. . . . .	Déc. 1907
S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen - Trialdéhyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	Janv. 1908

## B). Sciences biologiques.

W. Kudelka. Anatomie comp. d. organes d. Groseilliers . . . . .	Janv. 1907
J. Nowak. Flore fossile sénopienne de Potylicz . . . . .	Janv. 1907
H. Zapałowicz. Revue de la Flore d. l. Galicie VIII . . . . .	Févr. 1907
J. Czajkowski. Préparation artif. des sérums théér. . . . .	Févr. 1907
E. Jentys. Nature chim. et structure de l'amidon . . . . .	Mars 1907
H. Zapałowicz. Revue de la Flore d. l. Galicie IX . . . . .	Avril 1907
St. Saski. Microbes anaérob. d. l. tissus normaux . . . . .	Avril 1907
G. Goldfinger. Sacs lymph. d. l. membres post. d. l. Grenouille . . . . .	Avril 1907
E. Piasecki. Lois du travail musculaire volontaire . . . . .	Avril 1907
M. Konopacki. Respiration des lombrics . . . . .	Mai 1907
M. Siedlecki. Structure et cycle évolutif d. Caryotropha Mesn. . . . .	Mai 1907
E. Rosenhauch.. Développement embryonn. d. l. cellule mucipare . . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Noyaux d. l. cellules d. appendices d. suspenseur etc. . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Sac embryonnaire de la capucine . . . . .	Juin 1907
W. Kulczyński. Fragmenta arachnologica, V . . . . .	Juin 1907
A. Karpiński, Br. Niklewski. Nitrification d. l. cultures impures . . . . .	Juin 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, X . . . . .	Juin 1907
S. Krzemieniewski. Etudes sur l'Azotobacter chroococc. Beij . . . . .	Juill. 1907
St. Welecki. Action phys. de la glande surrén. et de l'adrénaline . . . . .	Juill. 1907
M. Kowalewski. Etudes helminthologiques, X . . . . .	Juill. 1907
M. Raciborski. Croissance des cellules à pas . . . . .	Oct. 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, XI . . . . .	Déc. 1907
M. Raciborski. Hemmung d. Beweg. wachst. b. Basidiobolus . . . . .	Janv. 1908
VI. Kulczyński. Fragmenta arachnologica VI. . . . .	Janv. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung . . . . .	Févr. 1908
J. Browiński. Proteinsäuren im Blute . . . . .	Févr. 1908
K. Stołyhwo. Le crâne de Nowosiółka etc. . . . .	Févr. 1908

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 4.

AVRIL.

1908.

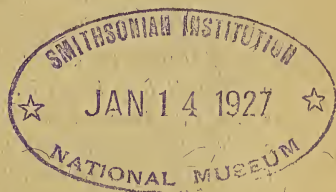
BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie

sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,

Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.



BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.  
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 4.

Avril

1908.

- Sommaire:** 19. T. KOŹNIEWSKI and L. MARCHLEWSKI. On the conversion of phyllotaonine into phytorhodines.  
20. L. HILDT, L. MARCHLEWSKI und J. ROBEL. Über die Umwandlung des Chlorophylls unter dem Einfluss von Säuren.  
21. J. BIELECKI et AL. KOLENIEW. Recherches sur l'influence des groupes méthylés sur les propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane.  
22. J. DUNIN-BORKOWSKI. Sur le phénomène de Gürber.  
23. J. NOWAK. Untersuchungen über Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. Teil. Genus Baculites Lamarck.  
24. H. WIELOWIEYSKI. Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Zweite Mitteilung.  
25. B. PETSCHENKO. Sur la structure et le cycle évolutif de *Bacillopsis stylopygae*; nov. gen. et nov. spec.

Séance du lundi 6 Avril 1908.

PRÉSIDENCE DE M. K. OLSZEWSKI.

19. *Przemiana filotaoniny w fitorodiny. — On the conversion of phyllotaonine into phytorhodines.* Mémoire de MM. T. KOŹNIEWSKI et L. MARCHLEWSKI m. t.

(Planches VII, VIII, IX).

It is well known that chlorophyll behaves quite differently towards acids than alkachlorophyll. Whereas the former yields chlorophyllan<sup>1)</sup>, phyllocyanine and phylloxanthine, the latter gives under similar conditions the so called ethers of phyllotaonine. These ethers were obtained by the action at ordinary temperature of gaseous hydrochloric acid on alkachlorophyll dissolved in alcohol. The product of saponification of these ethers has been the subject of a research communicated in this Bulletin<sup>2)</sup>. We have shown that phyllotaonine is converted into a new substance which we have called allophyllotaonine by simply heating it to somewhat higher

<sup>1)</sup> Comp. Hildt, Marchlewski, Robel „On the action of acids on chlorophyll“ in this issue.

<sup>2)</sup> 1907. p. 616.

temperatures with or without a solvent. Allophyllotaonine differs in many respects very materially from phyllotaonine. Its absorption spectrum is quite different and resembles closely the spectrum of the ethyl ether of phyllotaonine. It is a much weaker base: whereas phyllotaonine is extracted from its ethereal solution by a 6% hydrochloric acid solution, allophyllotaonine does not leave the ether under the treatment of a 15% hydrochloric acid.

Allophyllotaonine may be converted into phyllotaonine by the prolonged action of alkalis at ordinary temperature, or much quicker by heating the alkaline solution for a short time to the boil. It is quite possible that the conversion of allophyllotaonine into phyllotaonine and vice versa is due to closing and reopening of a lactam grouping.

The transformation of alkachlorophyll under the influence of acids yields quite different results if the reaction is lead at higher temperatures, as has been shown by Willstätter<sup>1)</sup>. In this case substances are formed which received the name of phytorhodines. They are coloured red, whereas solutions of phyllotaonine in neutral solvents have an olive green, and allophyllotaonine a reddish grey, not easily defined colour.

The fact that the transformation of alkachlorophyll takes a different course according to the external physical conditions lead us to suppose that the formation of Willstätter's phytorhodines from alkachlorophyll must take place in two stages. The action of alcoholic hydrochloric acid in the cold must lead at first to the formation of phyllotaonine, which under the action of the subsequent rise of temperature is converted into allophyllotaonine which finally must be converted into phytorhodines. This view has been proved by our experimental investigations which we intend to describe in this paper.

Allophyllotaonine used in this research has been obtained by us by a new method which is based upon the results of our former investigations. One of us and C. A. Schunck have already shown<sup>2)</sup> that the baryum sediment of chlorophyll solutions obtained according to Hartley yields when treated with hydrochloric acid a substance showing six absorption bands, which formerly has been

<sup>1)</sup> Liebigs Annalen 350, 1.

<sup>2)</sup> Journ. Chem. Society 1900, 1080.

looked upon as characteristic of phyllotaonine. According to our latest <sup>1)</sup> researches this spectrum is due to a mixture of phyllotaonine and allophyllotaonine. If instead of the baryum compound of alkachlorophyll the potassium salt prepared at ordinary temperature is used, the reaction with hydrochloric acid takes place on analogous lines but the allophyllotaonine is the chief product of reaction. Alkachlorophyll prepared at elevated temperatures yields also allophyllotaonine but the reaction is more complicated, a considerable amount of byproducts being formed.

The preparation of the potassium salt of alkachlorophyll was carried out as follows: a double alcoholic extract (96% alcohol) of nettle leaves was treated with such an amount of potassium hydrate that a 2% solution resulted. After some time there was deposited a brown substance, soluble in water, already often described by chlorophyll investigators. From this sediment the green solution has been poured off and treated for a short time with a current of carbon dioxide. This caused the precipitation of a large amount of the potassium salt of alkachlorophyll in the form of a dark green powder. After filtering the filtrate was treated with calcium chloride or baryum chloride and in this manner the remainder of the green colouring matter obtained in the form of a baryum or calcium compound.

30 gr. of the potassium salt which contained a small amount of potassium carbonate were introduced by degrees into 350 cm<sup>3</sup> of hydrochloric acid of 1.19 spec. gravity. The dark green solution was left at ordinary temperature for two days and then poured into a large amount of water. The whole was next neutralized with sodium carbonate, care being taken that the temperature of the liquid did not rise above 25°. The sediment produced was then filtered off, thoroughly washed with water and finally dried at 100°. The product dissolved easily in chloroform, not so readily in ether, showing the spectrum of allophyllotaonine. We converted it into phyllotaonine by dissolving in boiling 1½% sodiumhydrate solution, cooled the liquid to ordinary temperature, acidulated with acetic acid and extracted the colouring matter with ether. The filtered ethereal solution was next extracted with a 6% hydrochloric acid which dissolved the phyllotaonine, leaving brown impurities

<sup>1)</sup> l. c.



in the ether. The hydrochloric acid solution was next neutralized with sodium carbonate and the free colouring matter again taken up by ether. The ethereal solution was finally evaporated to dryness. The residue represented allophyllotaonine which originated from phyllotaonine under the influence of the elevated temperature. Allophyllotaonine may be crystallized from alcohol. We have at present a larger amount of this chlorophyll derivative at our disposal and we will shortly give a thorough description of its composition and properties.

The conversion of allophyllotaonine into substances which we hold to be identical with Willstätter's phytorhodines takes place under the following conditions.

One part of allophyllotaonine and about 50 parts of a 20% solution of HCl in alcohol were heated for six hours on a waterbath. The original green colour changes very gradually into an olive green and as soon as this stage is reached the further transformation, characterised by a reddish brown colour, takes place rapidly. The product of reaction is poured next into a large amount of cold water and the acid neutralized by adding a solution of sodium hydrate, care being taken that the temperature of the liquid does not rise above 20°. The colouring matters are now extracted by ether and divided into two fractions, a soluble one in alkalies and an insoluble one. To this end the ethereal solution has been extracted with a weak sodium hydrate solution, and after separating the alkaline layer from the ethereal one, the former acidulated with a small excess of acetic acid and extracted with ether. The ethereal solution containing the colouring matters possessing acid properties were next treated successively with a 2½%, 5%, 7½% and 10% hydrochloric acid. The two weaker acids dissolved generally little of coloured substances, the two stronger acids took up a larger amount. Sometimes the colouring matters with acid properties divided about equally between the hydrochloric acids named. The chief ethereal solution did not contain after this treatment any amount of colouring matter worth speaking of.

The ethereal solution containing colouring matters devoid of acid properties was divided similarly into four portions of substances with varying basic intensities, by shaking it successively with 2%, 5%, 10% and 12% hydrochloric acid solutions. The former two solutions took up also in this case but little of the colouring

matters, whereas the stronger acids got coloured considerably. The various fractions of the colouring matters obtained were next worked up in the same manner, viz. they were diluted with water and extracted with ether. The nonacid colouring matters dissolving in 10 and 12½% hydrochloric acids crystallized very well from ether. The general properties of the substances obtained agree with those described by Willstätter for phytorhodines. Especially convincing for the supposed identity of the above transformation products of allophyllotaonine and the phytorhodines would be the identity of their absorption spectra. The phytorhodines have up to now not been studied in this respect, and in order to establish the supposed identity of both colouring matter groups definitely we have prepared the phytorhodines according to Willstätter's prescriptions and compared them with our allophyllotaonine derivatives spectroscopically.

The mixture of reddish brown colouring matters obtained from the calcium chloride precipitate<sup>1)</sup> was first of all divided into substances soluble in weak sodiumhydrate solution and insoluble in it. The former ones were taken up in ether and treated with a 2½%, 5%, 7½%, 10% and 12% hydrochloric acid. The two weaker acids dissolved considerable quantities of colouring matters, the stronger ones took up but a small amount. The colour of these solutions is green, with a bluish tint. By diluting the acids solutions with water and shaking up with ether these phytorhodines were obtained in the free state. The colour of the ethereal solution was cherry red.

The absorption spectra of the colouring matters obtained from the 7½%, 10% and 12% fractions were quite identical in every respect. According to their intensity the five bands observed may be placed in the following order:

$$IV > V > I > III > II.$$

The 3<sup>d</sup> band is a complex one, resembling a band of the phylloporphyrine spectrum. Its more refrangible part is almost as dark as band I. Very concentrated solutions show still a sixth band in the yellow part of the spectrum which may be designated as II<sup>a</sup>. The position of the bands caused by the colouring matter taken up by 7% or 10% hydrochloric acid and dissolved in ether is characterised by the following wave lengths:

<sup>1)</sup> Liebigs Ann. 350. 1.

	A. Concentration 1	B. Concentration 1:3	C. Concentration 1:6
I	$\lambda$ 671 — $\lambda$ 651	$\lambda$ 669 — $\lambda$ 655.5	max. 661
II	$\lambda$ 637 — $\lambda$ 629	$\lambda$ max. 635	—
III	$\lambda$ 590 — $\lambda$ 570.5	a shadow from $\lambda$ 585 $\lambda$ 581 — $\lambda$ 574	max. 577
IV	$\lambda$ 554 — $\lambda$ 532		" 545
V	$\lambda$ 517 — $\lambda$ 486	$\lambda$ 516 — $\lambda$ 496	" 504

The colouring matter taken up by a 2.5% acid and dissolved in ether shows the first band much weaker than the two former substances, and band V is darker than IV. The bands must therefore be placed according to their intensities in the following order:

$$V > IV > III > I = II.$$

The position of the bands shown by an ethereal solution, whose concentration corresponded to solution A of the former colouring matter is given by the following wave lengths:

I	$\lambda$ 663 — 653
II	$\lambda$ 637 — 626
III	$\lambda$ 594 — 571
IV	$\lambda$ 556 — 532
V	$\lambda$ 518 — 483.5.

The colouring matter isolated from the fraction in 5% hydrochloric acid showed an analogous spectrum. A difference was noted only in the relative intensity of the two first bands. Band I appeared here stronger than band II.

The phytorhodine ethers contained in the ethereal solution which was left after treating the original extract with weak alkalies, was treated with the view of isolating various ethers with acids of 2½%, 5%, 7.5%, 10% and 12% HCl. The two weakest acids took up but a small amount of colouring matters, whereas the stronger ones took up considerable quantities. The free colouring matters were obtained from the acid solutions by adding water and extracting with ether. The absorption spectra of the solutions obtained reminded closely of the spectra of the free phytorhodines. The first band in the red appeared in the stronger basic fractions less pronounced than in the less basic fractions, otherwise the spectra were quite similar. The measurement of the bands of the



ethereal solution obtained from the  $7\frac{1}{2}\%$  acid fraction gave the following results:

Band I	$\lambda$ — 671	— 653
" II	$\lambda$ — 638	— 630
" III	$\lambda$ — 594	— 570.5
" IV	$\lambda$ — 555.5	— 532
" V	$\lambda$ — 520	— 486.

According to their intensities they may be placed in the following order:

$$IV > V > III > I > II.$$

The bands produced by the ethereal solution obtained from the 10% acid fraction show exactly the same relations. Measurement gave:

	A. Concentration 1,	B. Concentration 1:3,	C. Concentration 1:6
Band I	$\lambda$ 671 — 653	max. $\lambda$ 660	
" II	$\lambda$ 637.5 — 631	max. $\lambda$ 633	
" III	$\lambda$ 590 — 570	$\left\{ \begin{array}{l} \text{shadow from } \lambda 585 \\ \lambda 578 — 573 \end{array} \right.$	max. $\lambda$ 576
" IV	$\lambda$ 554 — 533		" $\lambda$ 545
" V	$\lambda$ 518 — 487.5	$\lambda$ 512 — 493	" $\lambda$ 506

Band III in concentration *B* is a so called double band, corresponding to a similar band of phylloporphyrine. It is however rather difficult to place the more refrangible edge of the shadow, and therefore we give only the position of its less refrangible edge.

The ethereal solution obtained from the 12% acid fraction shows the band I still stronger than the foregoing solution, and the bands must be placed according to their relative intensities in the following order:

$$IV > V > I > III > II.$$

A concentrated solution gave the following wave lengths:

Band I	$\lambda$ 677	— 652
" II	$\lambda$ 638	— 632
" III	$\lambda$ 592.5	— 572
" IV	$\lambda$ 554	— 533
" V	$\lambda$ 518	— 485.5.

The ethereal liquid left after extracting the phytorhodine ethers with a 12% hydrochloric acid possesses a brown colour and its absorption spectrum is chiefly characterized by a dark band in the red corresponding in position to the first band of all the foregoing solutions. A direct measurement of it gave  $\lambda$  682 —  $\lambda$  650. Besides this band the solution shows still 3 bands which are however extremely faint. The presence of this band in the residual ethereal solution and the fact that the various examined colour solutions show the band in the red with various intensities (strongest the less basic substances) made it probable that the first band in the red does not in reality belong to the spectrum of the phytorhodines but is due to an impurity. This view has been supported by the fact that although the ethereal solution, obtained by working up of the fraction in 12% acid, shows the first band in the red very strongly, crystals deposited from this solution after being redissolved in pure ether did not show traces of this band. The crystals mentioned dissolve but difficultly in ether, but by prolonged boiling them with this solvent on a water bath sufficiently concentrated solutions may be obtained which permit of exact measurements of the absorption bands being taken. The absorption bands of these substances are identical in position with the bands shown by a crystallized body obtained under exactly the same conditions from the potassium salt of alkachlorophyll. The measurements of these bands will be given later on.

The alcoholic acid solutions of the above colouring matter show quite different absorption spectra than the neutral ones. Their colour is reddish violet and the number of absorption bands amounts in the less refrangible part of the spectrum to three. One of them is situated in the red, the second in the orange and the third, very broad one, between the sodium line and the thalium line. The two last bands appear in all examined solutions and retain their relative intensities, whereas the first one varies in its intensity according to the more or less strongly pronounced basic character of the examined substance. The colouring matter obtained by working up the 2½% acid fraction does not show in acid alcoholic solution the first band at all, the colouring matter obtained from the fraction in 7.5% acid shows this band distinctly but it is less pronounced than band II. The substance isolated from the fraction in 10% acid shows the band in the red still more distinctly, it is even

broader than band II but less strong. Finally the colouring matter characterized by the property to dissolve in a 12% acid possesses a band in the red which is even stronger and somewhat broader than band II.

The measurement of the position of the bands gave the following results:

**Colouring matters soluble in alkalies.**

Basicity: 2.5% HCl

solvent: 1% HCl in alcohol.

A. Concentration 1	B. Concentration 1:3	C. Concentration 1:6
Band I $\lambda$ 618 — 604	I $\lambda$ 617 — 605	max. 611.5
" II $\lambda$ 589 — 551	II a $\lambda$ 587 — 574	" 581
	II b $\lambda$ 569 — 555	" 563

**Colouring matters soluble in 7% and 10% HCl acids.**

A. Concentration 1	B. Concentration 1:3	C. Concentration 1:6
Band I $\lambda$ 650 — 633	I $\lambda$ 649 — 637	max. $\lambda$ 644
" II $\lambda$ 618 — 605	II $\lambda$ 617 — 606	" 610
" III $\lambda$ 591 — 550	III a $\lambda$ 588 — 576	" 581
	III b $\lambda$ 571 — 555	" 562

**Colouring matter soluble in 12% HCl.**

A. Concentration 1	B. Concentration 1:3	C. Concentration 1:6
Band I $\lambda$ 653 — 633	I $\lambda$ 651 — 636	max. $\lambda$ 644
" II $\lambda$ 618 — 605	II $\lambda$ 617 — 607	" 610
" III $\lambda$ 589 — 548	III a $\lambda$ 586 — 577	" 580
	III b $\lambda$ 569 — 557	" 560

**Colouring matters insoluble in alkalies.**

solvent: 1% HCl in alcohol

soluble in 7% HCl	soluble in 10% HCl	soluble in 12% HCl
Band I $\lambda$ 645 — 631	$\lambda$ 649 — 633	$\lambda$ 650 — 632
" II $\lambda$ 617 — 602	$\lambda$ 618 — 603	$\lambda$ 616 — 602
" III $\lambda$ 587 — 550	$\lambda$ 590 — 552	$\lambda$ 587 — 548
III > II > I	III > II > I	III > I = II

The colouring matter soluble in 2.5% HCl does not show band I. On further dilution band III undergoes a change similar in cha-



racter to the change of the third bands shown by the colouring matters soluble in alkalis. It may be pointed out that in the greenish blue part of the spectrum in all cases a very faint band appears in the more concentrated solution. Its position we ascertained in the case of a crystallized product (see below).

The absorption spectra of the colouring matters formed by Willstätter's reaction from the potassium salt of alkachlorophyll are quite similar to those shown by the substances produced from the calcium chloride sediment, as will be seen from the following measurements:

**Ethereal solutions of colouring matters soluble in alkalis  
and in 2 $\frac{1}{2}$ % HCl.**

	A. Concentration 1	B. Concentration 1 : 2	C. Concentration 1 : 3
Band I	$\lambda$ 667 — 650	$\lambda$ 667 — 655	
" II	$\lambda$ 637 — 627	max. $\lambda$ 632	
" III	$\lambda$ 593 — 573	$\lambda$ 588 — 572	$\lambda$ 585 — 572
" IV	$\lambda$ 553 — 533	$\lambda$ 551 — 537	$\lambda$ 549 — 538
" V	$\lambda$ 519 — 491	$\lambda$ 516 — 493	$\lambda$ 513.5 — 496.5

The last named concentration does not show the two first bands with sufficient distinctness.

According to their intensity the bands may be placed in the following order:

$$V > IV > III > II = I.$$

In this respect the fraction in 2 $\frac{1}{2}$ % acid shows a marked difference from the colouring matters taken up by 7, 10, and 12% acids. In the absorption spectra of these latter substances band IV is the strongest. Quite the same relations have been found in the case of colouring matters isolated from the calcium chloride sediment.

**Ethereal solution of colouring matter soluble in alkalis  
and in 5% HCl.**

	B. Concentration 1	C. Concentration 1 : 2
Band I	$\lambda$ 673 — 654	Band I max. $\lambda$ 662
" II	max. $\lambda$ 632	
" III	$\lambda$ 587 — 573	Band III max. $\lambda$ 582
" IV	$\lambda$ 550.5 — 538.5	" IV " $\lambda$ 554.5
" V	$\lambda$ 517 — 504	" V " $\lambda$ 507

The colouring matters of this series insoluble in alkalies, and soluble in 10% and 12% hydrochloric acid, crystallize from ether easily. Alcohol dissolves them also with difficulty, chloroform easily. The original ethereal solution (fraction in 10% acid) from which the crystals were afterwards deposited, causes in the spectrum 5 bands, their position corresponds to the following wave lengths:

A. Concentration 1	B. Concentration 1 : 3	C. Concentration 1 : 6
Band	Band	
I $\lambda$ 671 — 658	I max. $\lambda$ 659	
II $\lambda$ 642 — 631	II max. $\lambda$ 636	
III $\lambda$ 594 — 574	III { shadow from $\lambda$ 585 $\lambda$ 580 — 572	III max. 579
IV $\lambda$ 557 — 538	IV $\lambda$ 552 — 550	IV „ 544.5
V $\lambda$ 520 — 489	V $\lambda$ 514 — 495	V „ 507

The band III is split in concentration B into two bands, it is however difficult to measure the more refrangible edge of the weaker one.

The colouring matter isolated from the 12% acid fraction causes quite analogous absorptions, but the first band is even darker and broader than in the foregoing colouring matter. The ethereal solution of this fraction deposits after some time beautiful crystals which dissolve with difficulty in ether. These latter solutions do not show the band in the red, which appeared in the original ethereal solution from which the crystals were deposited.

#### Ethereal solution of crystals obtained from the 12% acid fraction.

A. Concentration 1	B. Concentration 1 : 3	C. Concentration 1 : 6
Band		
I $\lambda$ 644 — 633	I max. $\lambda$ 638	
II $\lambda$ 595 — 572	II { shadow from $\lambda$ 586 $\lambda$ 582 — 575	II max. $\lambda$ 576
III $\lambda$ 558 — 532	III $\lambda$ 554 — 541	III „ $\lambda$ 549
IV $\lambda$ 519 — 489	IV $\lambda$ 517 — 499	IV „ $\lambda$ 512

Band II in concentration B is split up into two; the first of them appears as a „shadow“, the more refrangible edge of which

cannot be ascertained with sufficient accuracy. According to their intensities they may be put in the following order:

$$\text{III} > \text{IV} > \text{II} > \text{I}.$$

Band I is indeed extremely faint.

In alcohol containing some hydrochloric acid the crystals dissolve easily with a reddish violet colour. Concentrated solutions show three bands of which the one situated in the green is extremely faint:

Band I	$\lambda$ 623	—	$\lambda$ 605
" II	$\lambda$ 592	—	$\lambda$ 546
" III	$\lambda$ 523	—	$\lambda$ 515

Scale of intensity  $\text{II} > \text{I} > \text{III}.$

On further dilution band II splits up into two new bands:

Band I	$\lambda$ 617	—	$\lambda$ 606.5
" IIa	$\lambda$ 590	—	$\lambda$ 580
" IIb	$\lambda$ 571	—	$\lambda$ 557

the third is scarcely visible.

Still another absorption spectrum is shown by the crystals dissolved in a 12% aqueous HCl solution. In this case only two distinct bands are visible:

Band I	$\lambda$ 617.5	—	606
" II	$\lambda$ 573	—	546

on further dilution

Band I	$\lambda$ 615	—	607.5
" II	$\lambda$ 566	—	559.

As regards the absorptions in the ultraviolet all the described colouring matters behave in exactly the same manner. Their neutral ethereal solution cause a strong band situated on the  $\text{Hg} = 405\mu\mu$  line. A much less distinct absorption band follows in the region of about  $380\mu\mu$ , besides a total absorption in the extreme ultraviolet.

Having described the optical properties of colouring matters obtained according to the method of Wilstätter and Mieg which these authors call phytorhodines we may now proceed with the



description of the spectra of the red colouring matters obtained by us from allophyllo-taonine by the action of alcoholic hydrochloric acid at elevated temperatures.

First of all it is noteworthy that the conversion of allophyllo-taonine into phytorhodines takes place much more completely than of alkachlorophyll itself. This follows from the fact that the various fractions of the phytorhodines obtained in this case do not show a band in the red which appears in the crude solutions of the phytorhodines, obtained by the method of their discoverers, and which undoubtedly is caused by an admixture of colouring matters belonging to a quite different group of substances. Such a band appears only, and then it is but very faint, in the 12% acid fraction of the colouring matters which are insoluble in alkalies. The fractions obtained by means of the weaker acids, such as 2.5, 5, 7.5 and 10%, do not show the band. The ability to crystallize is also in this case much greater. The less basic colouring matters, such as dissolve in 10 or 12% crystallize equally well whether obtained by the old method or from allophyllo-taonine, but whereas the stronger basic substances such as dissolving in 5 or 7% acid, obtained by the old method must undergo a series of purifications before they begin to crystallize, the corresponding substances obtained from allophyllo-taonine crystallize with ease.

In order to prove the identity of the spectra shown by substances of this and the former group the following measurements are quoted.

**Crude ethereal solution of the 12% acid fraction.**

	A. Concentration 1	B. Concentration 1 : 3	C. Concentration 1 : 6
Band I	$\lambda$ 663 — 648	max. $\lambda$ 654	
" II	$\lambda$ 638 — 629	" $\lambda$ 634	
" III	$\lambda$ 594 — 569	{ shadow $\lambda$ 585 $\lambda$ 580 — 571.5	max. 575
" IV	$\lambda$ 555 — 532	$\lambda$ 551 — 538	" 544.5
" V	$\lambda$ 519 — 486	$\lambda$ 514 — 497	" 508

According to their intensities the bands may be placed in the following order:

$$\text{IV} > \text{V} > \text{III} > \text{II} > \text{I}.$$

Band III is split up in concentration B into two bands.

## Crude ethereal solution of the 10% acid fraction.

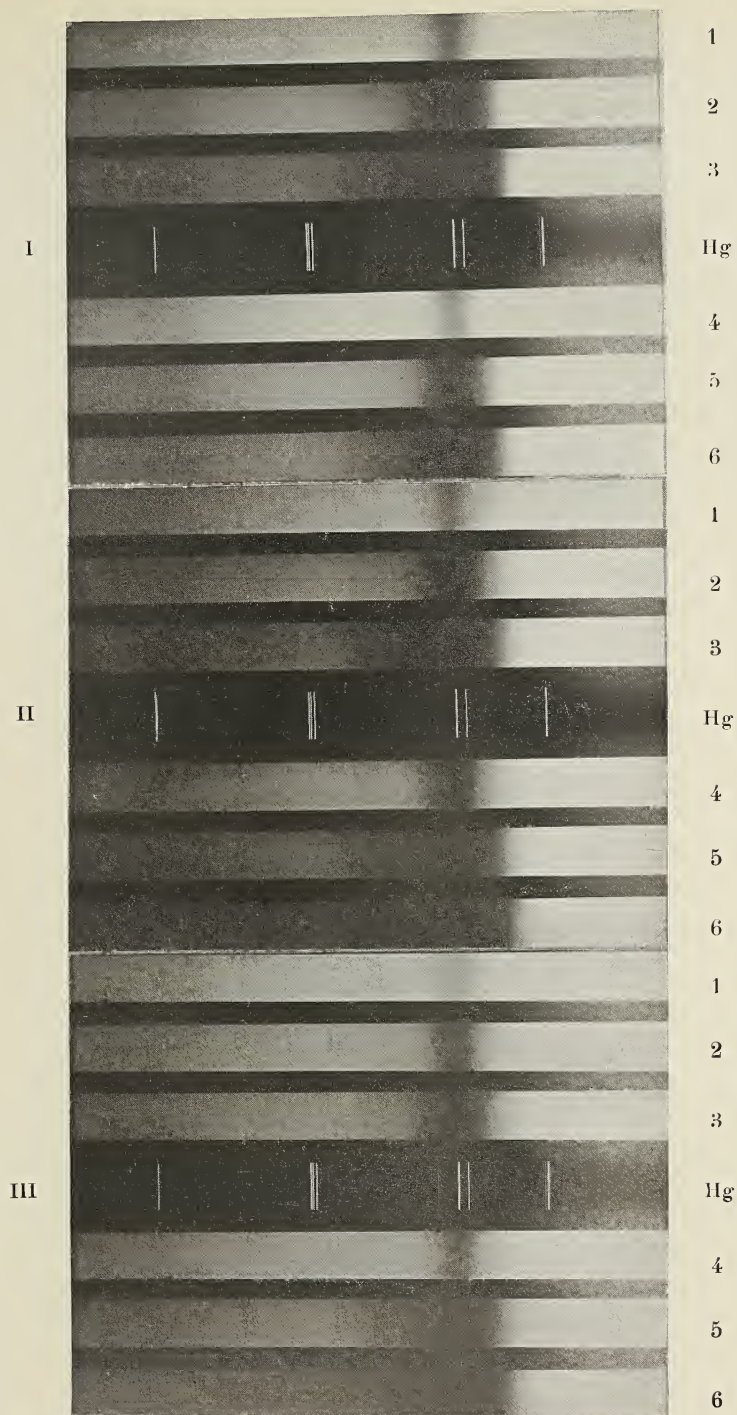
	A. Concentration 1	B. Concentration 1:3	C. Concentration 1:9
Band I	$\lambda$ 644 — 632	max. $\lambda$ 635	
" II	$\lambda$ 593 — 571	II { shadow $\lambda$ 584.5 $\lambda$ 582 — 572	max. $\lambda$ 576
" III	$\lambda$ 555 — 533	III $\lambda$ 550.5 — 540	" $\lambda$ 544.5
" IV	$\lambda$ 519 — 488	IV $\lambda$ 517 — 497	" $\lambda$ 506

Finally measurements may be quoted obtained for two chloroformic solutions of crystals of phytorhodine soluble in 12% hydrochloric acid and of a transformation product of allophyllotaonine, of similar basicity.

	Allophyllotaonine derivative	Phytorhodine
Band I	$\lambda$ 646 — 639.5	$\lambda$ 647 — 641
" II	$\lambda$ 594 — 574	$\lambda$ 594 — 575
" III	$\lambda$ 565 — 547	$\lambda$ 564.5 — 549.5
" IV	$\lambda$ 524 — 506	$\lambda$ 525 — 507

The absorptions in the ultraviolet caused by the transformation product of allophyllotaonine are exactly the same as the absorptions of phytorhodines and we need not describe them here again. We refer instead to the plates accompanying this paper. They enable also a comparison of the absorption spectra in the more refrangible part of the spectrum of phyllotaonine and allophyllotaonine and the phytorhodines. Whereas the latter cause in ethereal solution only one well defined band in the region between 436  $\mu\mu$  and 334  $\mu\mu$ , allophyllotaonine causes three. One of them is very pronounced and situated in diluted solution on the Hg = 405  $\mu\mu$  line, another past the triplet 366  $\mu\mu$ , and a third in front of the Hg = 334  $\mu\mu$  line. The latter two bands are faint and scarcely visible on the reproductions of the photographs. Chloroformic solutions show these bands more clearly, the strongest band is at the same time shifted somewhat towards the red end of the spectrum. Phyllotaonine shows a similar absorption spectrum in this region. Well defined is only one band just past the Hg = 405  $\mu\mu$  line. Two very faint bands appear past the triplet Hg = 366  $\mu\mu$ .

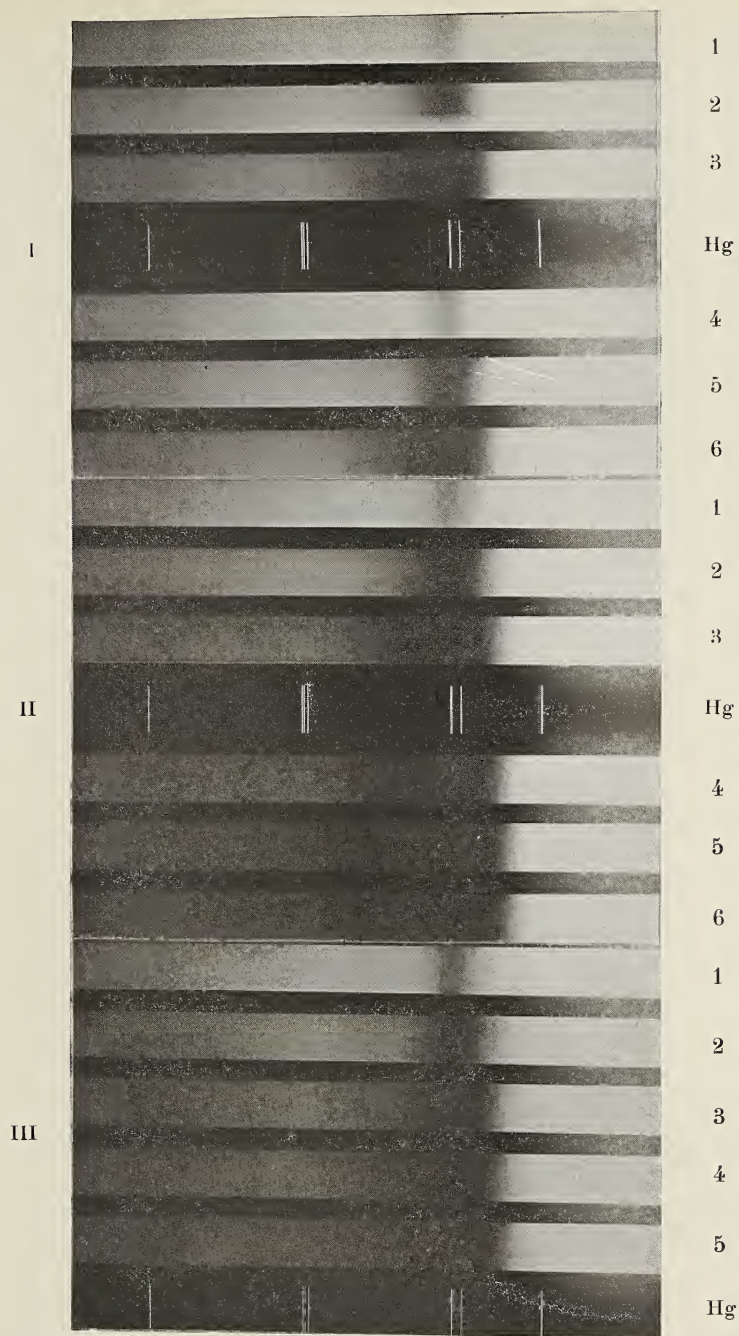
The results described above show undoubtedly that allophyllotaonine is converted under the influence of acids at higher temperature into substances which are identical with a group of bodies



I.	1, 2, 3	Phytorhodineether	from	Ca-Alkachlorophyll,	Fraction in	$7\frac{1}{2}\%$	HCl.
	4, 5, 6.	"	"	"	"	$2\frac{1}{2}$	" "
II.	1, 2, 3.	"	"	"	"	$12\frac{1}{2}$	" "
	4, 5, 6.	"	"	"	"	10	" "
III.	1, 2, 3.	Phytorhodine	"	"	"	10	" "
	4, 5, 6.	"	"	"	"	$12\frac{1}{2}$	" "
	all dissolved in ether.						



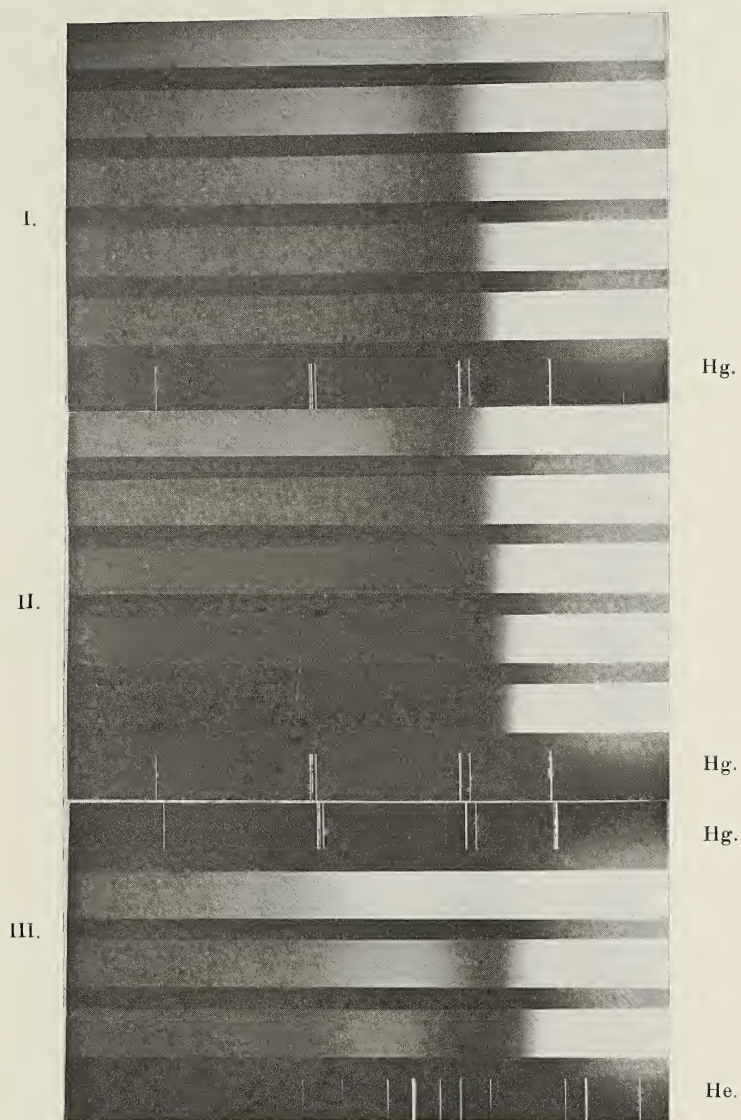




- I. 1, 2, 3. Phytorhodine from K-alkachlorophyll, Fraction in  $2\frac{1}{2}\%$  HCl.  
 4, 5, 6. " " " " " " "  
 II. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Phytorhodine " "  $7\frac{1}{2}\%$  " "  
 III. 1, 2, 3, 4 5. Phytorhodineether " 10 " "  
 all dissolved in ether.







- I. Phyllotaonine in ether.
- II. Allophyllotaonine in ether.
- III. Allophyllotaonine in chloroform.



discovered by Willstätter and Mieg and named „phytorhodines“. It follows therefore that the transformation of alkachlorophyll into the latter substances takes place in two stages, the first being the formation of phyllotaonine. Phyllotaonine and allophyllotaonine are substances which stand much closer to their parent substance than the phytorhodines.

A very marked difference exists in the behaviour of phyllotaonine and the phytorhodines towards alkalies at high temperatures. Whereas phyllotaonine is the best starting material for the preparation of phylloporphyrine, phytorhodines do not yield that substance when heated with alkalies to 200° C under pressure.

Our next communication on this subject will deal with the composition of phyllotaonine and the phytorhodines obtained from it.

20. *O przemianie chlorofilu pod wpływem kwasów. — Über die Umwandlung des Chlorophylls unter dem Einfluss von Säuren.* Mémoire de MM. **LAD. HILDT, L. MARCHLEWSKI** m. t. et **J. ROBEL.**

(Planches X, XI, XII, XIII).

#### Historisches.

Die von Einem von uns für den VIII-ten Band des Handbuches der organischen Chemie von Roscoe-Schorlemmer-Brühl<sup>1)</sup> verfaßte Monographie über Chlorophyll schließt mit einem „Überblick“, aus welchem wir folgende Sätze zitieren wollen:

„Chlorophyll wurde frei von irgend welchen gefärbten Beimengungen dargestellt; es ist unbekannt, inwieweit das erhaltene Produkt durch farblose Beimengungen verunreinigt ist. Die Frage, ob Chlorophyll zu den Lezithinen zu zählen ist oder nicht, ist noch als offen zu bezeichnen, um so mehr als auch die bis jetzt benutzte Methode der Reindarstellung des Phylloxanthins (welches sich angeblich wie ein Lezithin verhält<sup>2)</sup>) keine Garantie der Abwesenheit von beigemischten farblosen Lezithinen gewährt.

„Unter dem Einfluß von Säuren wird die Chlorophyllmolekel so

<sup>1)</sup> Verlag von Vieweg & Sohn, Braunschweig 1901.

<sup>2)</sup> Bode. Bot. Centralbl. **20**, 227.



weit verändert, daß ein Alkalizusatz Chlorophyll nicht mehr regenerieren kann. Als erstes Säureeinwirkungsprodukt ist Phylloxanthin zu betrachten, als weiteres Phyllocyanin. Letzteres entsteht aus dem ersteren, es bleibt aber noch zu erklären, warum die Umwandlung des Chlorophylls in Phyllocyanin über Phylloxanthin weit leichter, wie es scheint, stattfindet, als die Bildung des Phyllocyanins aus dem Phylloxanthin. Beim Lösen des Phyllocyanins in Alkalien oder dessen Erhitzen mit Säuren entsteht Phyllotaonin. Dieser Schluß stützt sich vor der Hand hauptsächlich auf spektroskopische Beobachtungen und muß durch eingehende Studien erhärtet werden,

„Siedende Alkalien zersetzen Chlorophyll und liefern dabei Alkachlorophyll, welches bei der Säureeinwirkung nicht Phylloxanthin oder Phyllocyanin, sondern Phyllotaonin, resp. seine sog. Äther ergibt. Alkachlorophyll steht in keiner einfachen Beziehung zum Phyllocyanin, letzteres läßt sich nicht in das erstere durch Alkalizusatz, ersteres nicht in letzteres durch Säurezusatz überführen. Baryumhydrat, zu Chlorophyll zugesetzt, verursacht eine Veränderung des Chlorophylls. Die Beziehung des entstehenden Körpers zum Alkachlorophyll ist noch unklar.

„Ob die sog. Äther des Phyllotaonins wirklich diese Bezeichnung beanspruchen können, ist zwar sehr wahrscheinlich aber noch nicht bestimmt bewiesen. Die Hauptstütze dieser Annahme ist die, daß das Azetylphyllotaonin, welches seiner Bildung nach diesen Namen mit vollem Rechte beanspruchen kann, ein ganz analoges spektroskopisches Verhalten aufweist.

„Phyllocyanin liefert, bei nicht zu hohen Temperaturen mit Alkalien erhitzt, Phyllorubin, bei hohen Phylloporphyrin, welches bei höheren Temperaturen auch direkt aus Phyllocyanin entsteht. Phylloporphyrin und Hämatoporphyrin sind chemisch nahe verwandte Körper. Es wird angenommen, daß die beschriebenen Körper sämtlich Derivate einer und derselben Substanz sind. Streng genommen, wird diese Annahme erst dann begründet erscheinen, wenn das rein isolierte Chlorophyll dieselben Produkte liefert wie die Chlorophyllderivate. Endlich wurde nachgewiesen, dass Chlorophyllderivate bei trockener Destillation bei Anwesenheit von Zinkstaub Pyrrol, bzw. dessen Homologe liefern“.

Seit jener Zeit konnte Einer von uns infolge des zeitweisen Überganges in die Technik und später infolge amtlicher Beschäftigungen und des hiedurch verursachten Zeitmangels mit dem faszinie-

renden Problem der Chemie des Chlorophylls sich nur gelegentlich beschäftigen. Es gelang aber doch in einigen weiteren Punkten Klarheit zu schaffen, und zwar vor allem dank den Untersuchungen von Nencki über den Blutfarbstoff, an dessen Chemie durch die bewiesene nahe Verwandtschaft des Phylloporphyrins und Hämatoporphyrins die Chemie des Chlorophylls sich anlehnte. Zunächst gelang es nachzuweisen<sup>1)</sup>, daß das Hämopyrrol, wie zu erwarten war, nicht nur aus Blutfarbstoffderivaten, sondern auch aus Chlorophyllderivaten, speziell aus Phyllocyanin gewonnen werden kann. Die Identifizierung beider Produkte war zwar damals vielleicht nicht mit genügender Genauigkeit geschehen; sie stützte sich auf die Zusammensetzung des Doppelsalzes des Hämopyrrols mit Quecksilberchlorid, einer Verbindung, die - ohne besondere Reinigungen zur Analyse gelangen mußte, aber die sonstigen Eigenschaften beider Produkte sind in allen Stücken identisch, so daß an der Identität beider auf Grund der damals beschriebenen Versuche nicht zu zweifeln war. Einer von uns bemühte sich jedoch, weitere, präzisere Reaktionen zum Nachweis der Identität zu finden, welche gleichzeitig den Zweck hatten, die Pyrrolnatur des Hämopyrrols außer Zweifel zu setzen, zumal von anderer Seite<sup>2)</sup> die Möglichkeit diskutiert wurde, ob dieser Körper nicht etwa Hexahydroisindol sei. Einer von uns konnte mit seinen Mitarbeitern<sup>3)</sup> nachweisen, daß Hämopyrrol leicht mit Diazoniumsalzen reagiert, ein Umstand, welcher mit der Hexahydroisindolkonzeption nicht gut in Einklang zu bringen war, hingegen von der Pyrrolhypothese direkt gefordert wurde. Seit jener Zeit hat Küster<sup>4)</sup> seine Annahme fallen lassen und die Pyrrolkonzeption seinerseits unterstützt, nachdem es ihm gelungen war durch Anwendung der Oxydation, welche ihm im Gebiet der Häminforschung so schöne Resultate gegeben hatte, nachzuweisen, daß Hämopyrrol in Methyl-äthyl-maleinsäureanhydrid übergeführt werden kann, sich also ebenso verhält wie andere Pyrrolhomologe nach früheren Versuchen von Plancher<sup>5)</sup>. Danach wäre

<sup>1)</sup> Nencki und Marchlewski. Dieses Bull. 1901.

<sup>2)</sup> Küster. Zeitschrift für angew. Chemie. 19, Heft 6.

<sup>3)</sup> Marchlewski mit Goldmann, Hetper, Mostowski, Retinger. Dieses Bulletin 1905, 279, 1906, 13. u. Zeitschrift f. physiologische Chemie 45, 182, 51, 464 (1907).

<sup>4)</sup> Ber. 40, 2017 (1907).

<sup>5)</sup> Atti R. Accad. dei Lincei Roma [5] 13, I 489.

Hämopyrrol als  $\beta_1$   $\beta$ -Methyl-äthyl-pyrrol anzusprechen, während die Analysen des oben erwähnten Azofarbstoffes viel besser auf Methylpropyl-pyrrol passen. Die Eigenschaften des Chlorhydrates des Hämopyrrol-diazo-dibenzols sind sehr charakteristisch, und es konnte auch zur Identifizierung des aus Phyllocyanin erhaltenen Produktes dienen. Die einschlägigen Versuche, die leider noch nicht abgeschlossen werden konnten, zeigen in der Tat, daß auch das Chlorophyll-pyrrol mit Diazoniumsalzen reagiert und ein ganz analoges, höchstwahrscheinlich identisches Produkt, wie das Hämopyrrol liefert.

Eine weitere Phase in der Chlorophyllforschung wurde durch eine Entdeckung auf dem Gebiet der Blutfarbstoffforschung, nämlich die des Mesoporphyrins durch Nencki und Zaleski<sup>1)</sup> veranlaßt, während welcher nachgewiesen werden konnte<sup>2)</sup>, daß speziell auf Grund des Verhältnisses dem Brom gegenüber Phylloporphyrin dem Mesoporphyrin noch näher steht als dem Hämatoporphyrin, und durch die Tatsache, daß Phylloporphyrin bei der Oxydation Hämatinsäure liefert<sup>3)</sup>.

Die Entdeckung des Phylloerythrins<sup>4)</sup> und der Beweis<sup>5)</sup>, daß dieser prächtig krystallisierende Körper mit dem Cholehämatin von Mac-Munn, bzw. mit dem Bilipurpurin<sup>6)</sup> von Löbisch identisch ist, bildete einen kleinen Beitrag zur Aufklärung der Umwandlung des Chlorophylls im tierischen Organismus.

Besonders möchten wir einen weiteren Beweis<sup>7)</sup> der nahen Verwandtschaft des Hämatoporphyrins und Phylloporphyrins hervorheben, welcher durch die Tatsache geliefert wird, daß Phylloporphyrin unter bestimmten Bedingungen in ein eisenhaltiges Derivat umgewandelt werden kann, welches sich spektroskopisch genau wie das Teichmann'sche Hämin verhält.

Ehe wir zur Besprechung unserer letzten Resultate übergehen, sei uns gestattet, auf eine Reihe von bedeutenden Arbeiten über Chlorophyll zu verweisen, welche wir Willstätter<sup>8)</sup> verdanken.

<sup>1)</sup> Ber. 1901, 997.

<sup>2)</sup> Marchlewski. Dieses *Bulletin* 1902, 223.

<sup>3)</sup> Marchlewski. Ebendas. 1902, 1.

<sup>4)</sup> -- Ebendas. 1903, 636.

<sup>5)</sup> — Ebendas. 1904, 276.

<sup>6)</sup> — Ebendas. 1904, 505.

<sup>7)</sup> Marchlewski. *Biochem. Zeitschrift* 3, 302 (1907).

<sup>8)</sup> Liebigs *Annalen*. 350, 1, 48; 354, 205; 358, 205. 267.



Diese bilden zum Teil eine Bestätigung des Hauptresultates der Versuche von Schunck und Schunck und Eines von uns, welche nämlich die chemische Verwandtschaft des Blut- und Blattfarbstoffes nachgewiesen haben, sowie auch eine Bestätigung des Beweises der grundverschiedenen Umänderungen, welche Chlorophyll unter dem Einfluß von Säuren und Alkalien erleidet. Die Ansichten bezüglich dieses letzten Punktes waren sehr verschieden, und wir ersparen es uns hier, ausführlich auf die vielen harten Kämpfe hinzuweisen, die ausgefochten werden mußten, um die Sache zu erledigen<sup>1)</sup>. Die leichte Zersetzlichkeit des Chlorophylls zwang uns immer frisches Material in Arbeit zu nehmen, da man nur auf diese Weise den Argumenten unserer Gegner entgegentreten konnte, daß die von uns erhaltenen Resultate nicht vergleichbar seien. Wie sehr die erhaltenen Resultate von der Behandlungsart des Ausgangsmaterials abhängig sind, zeigen übrigens Willstätters Angaben sehr deutlich. Während die von ihm und seinen Mitarbeitern aus schon durch Pflanzensäuren bereits veränderten Pflanzenextrakten erhaltenen Phytochlorine im Maximum etwa 9% Stickstoff enthalten, gab ihnen das sog. Phäophytin, welches aus möglichst wenig veränderten Chlorophyllextrakten durch Oxalsäurezusatz erhalten worden war, unter analogen Bedingungen ein Phytochlorin von derselben Basizität, welches nahezu 11% Stickstoff enthielt, und inwieweit die spektroskopischen Verhältnisse dieser Substanzen differieren, ist vorläufig noch unbekannt. Es erschien bei der Bearbeitung der Anfänge der Chlorophyllchemie also jedenfalls notwendig, die Arbeit mit möglichst wenig veränderten Chlorophylllösungen zu beginnen, die aus entsprechenden säurefreien Pflanzen hergestellt waren. Im Gegensatz zu dem Säureeinwirkungsprodukt des Chlorophylls gibt das Alkachlorophyll nach Willstätter nicht Phytochlorine, sondern Phytorhodine, wodurch er die große Differenz in dem Verhalten des Chlorophylls und des Alkachlorophylls von neuem beweist. Die hiebei erzielten Phytorhodine unterscheiden sich sehr auffallend von dem Phyllotaonin, welches bei niedriger Temperatur aus Alkachlorophyll gewonnen wird und welches, wie Einer von

<sup>1)</sup> Marchlewski. Untersuchungen über Chlorophyll und seine Derivate. Bot. Zentralblatt **20**, 221 (1899). Zur Chemie des Chlorophylls J. für prakt. Chemie **60** [2] 91 (1899), Fortschritte und Rückschritte auf dem Gebiete der Chlorophyllforschung. Chem. Ztg **23**, Nr. 67 (1899). Schlußbemerkungen zu den Arbeiten von Bode und Kohl über Chlorophyll. J. für prakt. Chemie **61** [2] 47 (1900).

uns mit Koźniewski<sup>1)</sup> gezeigt hat, äußerst leicht in eine andere, optisch scharf sich unterscheidende Abart, das sog. Allophyllotaonin übergeht.

Das Alkachlorophyll hat Willstätter weiterhin der Einwirkung von Alkalien bei hohen Temperaturen unterworfen und dabei eine Substanz erhalten, die er Alloporphyrin nennt. Dieselbe Reaktion wurde bereits von Tschirch studiert, und dieser Forscher hat den entstehenden roten Körper Phylloporpurinsäure genannt. Nach der Entdeckung des Phylloporphyrins hat Einer von uns nach Tschirch diese Reaktion wiederholt, wobei es ihm allerdings nur darauf ankam zu untersuchen, ob hier tatsächlich ein Körper entsteht, welcher, wie Tschirch behauptete, dem Chlorophyll viel näher steht als Phylloporphyrin, weil es noch ein Band im roten Teil des Spektrums besitzen sollte. Diese Untersuchung führte zu dem Schluß, daß Tschirch sich in dieser Beziehung geirrt hat, daß der hierbei entstehende Körper nach entsprechender Reinigung ein Spektrum zeigte, welches von Einem von uns mit dem des Phylloporphyrins identifiziert wurde. Willstätter isolierte die Phylloporpurinsäure in größerer Menge und konnte nachweisen, daß obwohl die optischen Eigenschaften derselben denen des Phylloporphyrins analog sind, das sonstige Verhalten dennoch entschieden gegen die Identität beider Substanzen sprach.

Als eine grundsätzlich neue Entdeckung Willstätters auf dem Gebiet der Chlorophyllforschung muß der Beweis angesehen werden, nach welchem Chlorophyll magnesiumhaltig ist. Auch früher wurde allerdings vermutet, daß Magnesium stets im Blattgrün vorhanden ist, einen strikten Beweis gab es jedoch bisher hierfür nicht. Willstätter knüpft an diese Entdeckung eine geistreiche Hypothese über die Rolle des Magnesiums in der Pflanze und meint, die Kohlensäureaufnahme in der Pflanze sei wahrscheinlich ein Prozeß wie die Grignard'schen Synthesen. Dadurch wird wieder die chemische Rolle der Chlorophylle im Assimilationsprozeß diskutabel, was unstreitig von wissenschaftlichem Werte ist. Hingegen vermögen wir das abfällige Urteil Willstätters an Nencki's Hypothese bezüglich der großen biologischen Bedeutung

<sup>1)</sup> Neuerdings haben Koźniewski und Marchlewski gezeigt, daß Allophyllotaonin sehr leicht in Phytorhodine übergeführt werden kann. Dieses *Bulletin*, April 1908.

der Entdeckung der Stammverwandtschaft des Chlorophylls und Blutfarbstoffes nicht teilen. Seit jener Hypothese hat sich in der Chlorophyllchemie nichts grundsätzlich geändert, und daß die Pflanze vorwiegend synthetisierend und der Tierorganismus vorwiegend analysierend wirkt, ist ja längst bekannt. Tatsache ist, daß die Werkzeuge des großartigsten Synthetikers und nicht minder mächtigen Analytikers chemisch analog gebaut sind, und wir bewundern das Anpassungsvermögen der Natur, dank welchem grundverschiedene Vorgänge durch analoge Grundsubstanzen ausgelöst werden können. Die Existenz des synthetisierenden Farbstoffes in der Periode der Alleinherrschaft der Pflanzenwelt enthielt bereits die Möglichkeit der Entstehung des analysierenden Komplementärfarbstoffes.

Die obige geschichtliche Skizze erleichtert das Verständnis und erklärt den Zweck unserer weiteren Untersuchungen über das Chlorophyll, deren Resultate wir im nachstehenden mitteilen.

### Über Chlorophyllan, Phäophytin und Phyllogen.

Hoppe-Seyler<sup>1)</sup> war der erste, der das Chlorophyll durch chemische Untersuchung seiner Derivate erforschen wollte. Es gelang ihm durch Konzentration in der Hitze erzeugter Chlorophyllauszüge ein Produkt zu erhalten, das angeblich kristallisierte, durch ziemlich markante optische Eigenschaften ausgezeichnet war und den Namen Chlorophyllan erhielt. Diese Substanz wurde später von verschiedenen Forschern untersucht und Tschirch<sup>2)</sup> gebührt das Verdienst, nachgewiesen zu haben, daß bei der Bildung des Chlorophyllans die Pflanzensäuren eine wichtige Rolle spielen. Artur Meyer<sup>3)</sup> erhielt Chlorophyllan durch direkte Behandlung der Blätter mit Eisessig. Durch analytische Untersuchung des Chlorophyllans erzielte Hoppe-Seyler Resultate, welche in der einschlägigen Literatur viel besprochen wurden, da durch diese scheinbar die Annahme bestätigt wurde, daß Chlorophyll zu den Lezithinen zu zählen ist. Das Chlorophyllan erwies sich nämlich als aschenhaltig und zwar auch phosphorhaltig. Einem von uns erschien dieser Aschenbefund nicht als beweisend<sup>4)</sup>, denn es war durchaus nicht

<sup>1)</sup> Zeitschr. für physiol. Chemie. 3, 339 (1879), 4, 193 (1880), 5, 75 (1881).

<sup>2)</sup> Untersuchungen über das Chlorophyll. Berlin 1884.

<sup>3)</sup> Bot. Zeit. 1882. 533.

<sup>4)</sup> Vergl. zit. Monographie.



ausgeschlossen, daß dem Farbstoffe farblose Beimengungen anhaften konnten, welche den Aschengehalt bedingen würden. Die angebliche leichte Reinigung des Chlorophyllans durch Kristallisation erscheint in ganz anderem Lichte, wenn man selbst einmal diese „Chlorophyllankristalle“ beobachtet hat. Eine kristallinische Struktur ist bei Chlorophyllanpräparaten überhaupt nicht zu konstatieren. Einer von uns hielt das Chlorophyllan für ein Gemisch von verschiedenen Farbstoffen und verteidigte diese Annahme verschiedenen Angriffen gegenüber. Gegen die Einheitlichkeit des Produktes sprachen verschiedene Umstände, vor allem eine gewisse Variabilität der spektralen Eigenschaften von Präparaten, die aus einer und derselben Pflanze und nach einer und derselben Methode hergestellt waren. Nachdem später Einer von uns mit C. A. Schunck<sup>1)</sup> ausführlich die Hauptresultate Sorby's<sup>2)</sup> über das Vorkommen zweier Chlorophylle hatte bestätigen können, mußten neue Zweifel auftauchen, weil man doch nicht annehmen konnte, daß die Wirkung der Säuren sich auf die Umänderung nur eines der beiden grünen Farbstoffe beschränken wird. Bereits Sorby<sup>3)</sup> hat nämlich die Veränderung seines gelben Chlorophylls unter dem Einfluß von Säuren hervorgehoben, welche allerdings etwas träger verläuft als im Falle des blauen Chlorophylls.

Ein Produkt, welches dem Chlorophyllan sehr ähnlich ist, wurde später von Schunck und dann von Schunck und einem von uns zur Darstellung verschiedener Chlorophyllpräparate benutzt. Dasselbe wurde erhalten, indem Chlorophyllextrakte, welche mit 82% Alkohol hergestellt waren, mit gasförmiger Salzsäure kurze Zeit behandelt wurden. Die gasförmige Chlorwasserstoffsäure wurde einer wässrigen Lösung nur aus dem Grunde bevorzugt, um eine unnötige Verdünnung der Chlorophylllösung, welche eine Abscheidung von Pflanzensäuren und Fetten verursachen würde, zu vermeiden. Es entsteht hierbei eine braunschwarze Fällung, welche sich schnell zu Boden setzt, in den gebräuchlichen Lösungsmitteln leicht löslich ist und optisch sehr an das Chlorophyllan erinnert. Die Substanz wurde von den genannten Forschern für nicht einheitlich gehalten, und sie unterließen es, dieselbe einem gründlichen Studium zu unter-

<sup>1)</sup> Journal of the Chem. Society. **77**, 1080 (1900).

<sup>2)</sup> Proc. Roy. Society. **21**, 442.

<sup>3)</sup> ebendas.

werfen, umsomehr als Darstellungen aus verschiedenen Pflanzen nicht immer ein gleiches Produkt ergaben. Da dasselbe jedoch als Ausgangsprodukt für Phylloxanthin und Phylloeyanin häufig benutzt wurde, so erhielt es der Kürze wegen den Laboratoriumsnamen Phyllogen. Im vorigen Jahre endlich beschrieben Willstätter und Hocheder<sup>1)</sup> unter dem Namen Phäophytin Substanzen, welche sie durch Einwirkung von Oxalsäure auf konzentr. Chlorophyllextrakte erhielten. Bereits die Darstellungsart sowie auch die Eigenschaften dieser Phäophytine machten es für uns evident, daß diese Substanzen mit den oben erwähnten Salzsäureniederschlägen identisch sind, und da andererseits die „Phyllogene“ in engster Beziehung zum Chlorophyllan stehen, so wurde der Wunsch rege, sämtliche Substanzen durch direkte Beobachtungen zu vergleichen und in dieser Richtung zu einheitlichen Ansichten zu gelangen.

#### Darstellung des Phyllogens aus Ahornblättern.

Zur Darstellung des Phyllogens aus Ahornblättern wurden z. T. Chlorophyllextrakte aus frischem und z. T. aus getrocknetem und dann gepulvertem Material benutzt. Ersteres wurde bei Wasserbadtemperatur mit 82%-igem Alkohol, letzteres in der Kälte mit 96%-igem Alkohol extrahiert. In beiden Fällen wurden Doppelextrakte hergestellt. Der in Wärme dargestellte Auszug wurde nach dem Erkalten und Filtrieren mit gasförmiger Salzsäure kurze Zeit behandelt und zwar so lange, bis eine deutliche saure Reaktion zu erkennen war, und der gebildete Niederschlag wurde dann auf einem Faltenfilter gesammelt und gründlich mit 82%-igem Alkohol ausgewaschen. Weiteren Reinigungen wurde das Produkt nicht unterworfen, sondern in diesem Zustande mit anderen Präparaten verglichen.

Die kalte Extraktion geschah unter folgenden Bedingungen: 1 kg. getrockneter und auf einer Excelsiormühle gemahlener Ahornblätter wurde mit 3 l. Alkohol von 96% übergossen und das Gemisch zwei Tage lang unter häufigem Umrühren stehen gelassen. Sodann wurde so viel als möglich Flüssigkeit abdekantiert und der Rückstand in einer hydraulischen Presse unter Anwendung von 300 Atmosphären Druck ausgepreßt. Die erhaltenen Lösungen wurden zusammen-

<sup>1)</sup> Liebigs Annalen 354, 205 (1907).

gegossen und zur Extraktion einer weiteren Portion von 1 kg getrockneter und gemahlener Blätter verwendet. Das zweite Extrakt wurde sodann mit 10%-iger wässriger Salzsäure versetzt, und zwar auf ein Liter Lösung 25 cm<sup>3</sup> Salzsäure. Es bildete sich sofort ein dunkler braunschwarzer Niederschlag, der abfiltriert und mit Alkohol gewaschen wurde. Die weitere Reinigung dieses Niederschlages geschah nach dem von Schunck und Einem von uns bei den Äthern des Phyllotaonins angewendeten Verfahren. Der Niederschlag wurde nämlich in Chloroform gelöst, die Lösung stark konzentriert und sodann mit Alkohol versetzt, wodurch das „Phyllogen“ in Flocken abgeschieden wurde. Auf diese Weise wurde aus je 1 kg Ahornblättern nur 4.8 gr Phyllogen erhalten. Phyllogenpräparate, welche analysiert werden sollten, wurden der obigen Prozedur noch zweimal unterworfen.

Das auf diese Weise gewonnene Phyllogen bildet nach dem Trocknen eine dunkel schwarzblaue Masse, die keine krystallinische Struktur aufweist. Auch bei wochenlangem Verbleiben im Vakuumexsikkator über Schwefelsäure wird das Präparat nicht spröde, obwohl sein Gewicht mit der Zeit konstant wird. Beim Erhitzen im Kapillarrohr schmilzt es bei 130° C und bildet eine schwarze Flüssigkeit. In Chloroform löst sich das Phyllogen, wie gesagt, äußerst leicht, in kaltem Alkohol schwer, in siedendem leichter, und es scheidet sich aus letzterem in Pseudokristallen aus, welche in ihrer Gestalt lebhaft an Chlorophyllan und Pringsheim's Hypochlorin erinnern. Scharfe Kanten zeigen dieselben ebensowenig, wie Chlorophyllan. In Äther ist das Phyllogen ziemlich leicht löslich, in Benzol schwerer, in Ligroin vom Siedep. 27° C sehr schwer.

In seinem Verhalten diesen Lösungsmitteln gegenüber unterscheidet es sich durchaus nicht vom Phäophytin Willstätters, welches zu Vergleichszwecken aus derselben Ahornblätterpartie durch Anwendung von Oxalsäure dargestellt wurde. Beide Produkte, das Phyllogen und das Phäophytin, sind überhaupt nicht voneinander zu unterscheiden, was besonders auch durch das Studium der elementaren Zusammensetzung beider Körper, wie auch ihrer spektralen Eigenschaften bestätigt wurde.

Die Elementaranalysen beider Produkte müssen besonders langsam durchgeführt werden. Die für die N-Bestimmung zu verbrennenden Proben müssen sehr genau mit einem großen Überschuß von Bleichromat vermischt werden. Da die Phyllogen- und Phäophytin-



präparate, welche aus Ahornblättern stammen, wie oben bemerkt, durch Trocknen im Vakuum bei gewöhnlicher Temperatur auch nach längerer Zeit nicht spröde werden und sich daher nicht gut pulverisieren lassen, wurden die zur Analyse bestimmten Proben direkt in einem kleinen Achatmörser abgewogen und sodann darin mit gepulvertem Bleichromat verrieben. Trotz diesen Vorsichtsmaßnahmen ereignete es sich einige Male, daß auch bei sehr langsamer Leitung des Verbrennungsprozesses und trotz der Anwendung von Bleichromat, die Substanz plötzlich eine kleine Menge eines brennbaren Gases abgab, welches dem Stickstoff beigemischt war.

Phyllogen erwies sich übrigens vollständig aschenfrei, ebenso wie Phäophytin, und da es bei der Spaltung mit konz. Salzsäure unter andern Phylloxanthin liefert, so folgt daraus, daß auch diese Substanz aschenfrei zu erhalten ist.

Ein dreimal nach der oben erwähnten Methode gereinigtes Phyllogenpräparat gab bei der Analyse die folgenden Resultate:

- 1) 0.2309 gr Subst. gaben  $10.8 \text{ cm}^3$  Stickstoff bei  $t = 14^\circ \text{C}$ ,  $b = 741.6$ , entsprechend  $5.39\%$  N
- 2) 0.1649 gr gaben  $7.7 \text{ cm}^3$  N bei  $t = 13^\circ$ ,  $b = 756.6$ , entsprechend  $5.52\%$  N
- 3) 0.2441 gr gaben  $11.4 \text{ cm}^3$  N bei  $t = 13^\circ$ ,  $b = 737.2$ , entsprechend  $5.37\%$  N
- 4) 0.1874 gr Subst. gaben  $0.5132 \text{ gr CO}_2$ ,  $0.1475 \text{ gr H}_2\text{O}$ , entsprechend C:  $74.69\%$ , H:  $8.81\%$ .
- 5) 0.1153 gr Subst. gaben  $0.3162 \text{ gr CO}_2$ ,  $0.0917 \text{ gr H}_2\text{O}$ , entsprechend C:  $74.79\%$ , H:  $8.90\%$ .

Ganz analoge Resultate gab Phäophytin aus Ahornblättern. Auch diese Präparate wurden dreimal unter Zuhilfenahme der Fällbarkeit der Substanz aus Chloroformlösungen durch Alkohol gereinigt.:

- 6) 0.1218 gr Subst. gaben  $0.3333 \text{ CO}_2$  und  $0.1038 \text{ H}_2\text{O}$ , entsprechend C:  $74.63\%$ , H:  $8.62\%$ .
- 7) 0.1538 gr gaben  $7.0 \text{ cm}^3$  N bei  $t = 9^\circ$ ,  $b = 751.9$ , entsprechend  $5.43\%$  N
- 8) 0.1218 gr gaben  $6.3 \text{ cm}^3$  N bei  $t = 14^\circ$ ,  $b = 725.6$ , entsprechend  $5.75\%$  N.

Hervorgehoben mag auch werden, daß die Zusammensetzung des Phyllogens sich nicht ändert, wenn es der oben erwähnten Reinigungsprozedur noch weiter unterworfen wird. Ein im ganzen fünf-

mal in Chloroform gelöstes und durch Alkohol gefälltes Präparat zeigte die nämliche Zusammensetzung:

0.1212 gr Subst. gaben 0.3316 gr  $\text{CO}_2$  und 0.0950 gr  $\text{H}_2\text{O}$  entsprechend 74.62% C und 8.71% H.

Phyllogen verhält sich also auch in dieser Beziehung dem Phäo-phytin völlig analog, d. h. es ist scheinbar eine einheitliche Substanz, die, aus Chloroformlösungen durch Alkohol niedergeschlagen, sich nicht fraktionieren läßt.

#### Phyllogen aus Akazienblättern.

Die Akazienblätter wurden im Hochsommer gesammelt, bei Abwesenheit von Licht getrocknet und gemahlen. Die Extraktion geschah in der Kälte und wurde übrigens ganz ähnlich wie beim Ahornphyllogen geleitet.

Die Ausbeute war etwas geringer als bei Ahornblättern. Die Reinigung geschah in oben beschriebener Weise. Das erhaltene Produkt war wenig vom Ahornphyllogen verschieden, nur war es weniger klebrig; sonst verhielt es sich physikalisch wie chemisch dem andern ganz analog; Schmp. ca  $150^\circ$ . Zur Analyse wurde es im Vakuum über Schwefelsäure bis zum konst. Gewicht getrocknet.

- 1) 0.1953 gr Subst. gaben  $11.6 \text{ cm}^3 \text{ N}$  bei  $t = 15^\circ$ ,  $b = 748.2$ , entsprechend 6.88% N.
- 2) 0.1709 gr Subst. gaben  $9.8 \text{ cm}^3 \text{ N}$  bei  $t = 15.25^\circ$ ,  $b = 750.4$ , entsprechend 6.66% N.
- 3) 0.1537 gr Subst. gaben  $9.4 \text{ cm}^3 \text{ N}$  bei  $t = 16.5$ ,  $b = 748.8$ , entsprechend 7.06% N.
- 4) 0.1283 gr Subst. gaben 0.3560 gr  $\text{CO}_2$ , 0.0953 gr  $\text{H}_2\text{O}$ , entsprechend 75.67% C und 8.26% H.
- 5) 0.1737 gr Subst. gaben 0.4766 gr  $\text{CO}_2$ , 0.1266 gr  $\text{H}_2\text{O}$ , entsprechend 74.70% C und 8.14% H.

Die spektroskopischen Verhältnisse des Akazienphyllogens im weniger gebrochenen Teil des Spektrums, wie auch im Ultraviolett, sind denen des Ahornblätterphyllogens ganz analog.

#### Phyllogen aus Ficus-repens-Blättern.

Diese Blätter, die uns leider nur in geringer Menge zur Verfügung standen, liefern ein Phyllogen, welches von den von uns

untersuchten Phyllogen den höchsten Stickstoffgehalt aufweist und am sprödesten ist. Es wurde auf die übliche Art durch Einwirkung von Salzsäure auf Doppelextrakte in der Kälte erhalten und durch Fällung seiner Chloroformlösung mit 96%igem Alkohol gereinigt.

Seine Zusammensetzung folgt aus den beigefügten Analysen:

- 1) 0.1154 gr Subst. liefern 7.2 cm<sup>3</sup> N,  $t = 14$ ,  $b = 740.8$  cm, entsprechend 7.12% N.
- 2) 0.1023 gr Subst. 0.2694 gr CO<sub>2</sub>, 0.0811 gr H<sub>2</sub>O, entsprechend 71.94% C und 8.79% H.

Sein allgemeiner Charakter stimmt mit dem der anderen Phyllogene genau überein. Es enthält ähnlich wie jene, oder Phäophytine, keine Asche.

#### Chlorophyllan aus Brennesselblättern.

Um zu prüfen ob, wie von vornherein anzunehmen war, Chlorophyllan in naher Beziehung zum Phäophytin und Phyllogen steht, haben wir ein vor mehreren Jahren von Einem von uns dargestelltes Chlorophyllan aus Brennesseln einer genauer Untersuchung unterzogen. Die Darstellung desselben geschah nach der Methode von Hoppe-Seyler. Das vorliegende Präparat war ganz roh und auf den ersten Blick stark mit Pflanzenfetten verunreinigt, die sich zum Teil als zarte, weiße Schuppen dem dunkelblauschwarzen Farbstoff anschniegten. Zunächst wurde versucht, dasselbe nach dem Hoppe-Seyler'schen Verfahren „umzukristallisieren“ und zwar unter Anwendung von Alkohol; allein die aus alkoholischer Lösung beim Erkalten abgeschiedenen Massen machten nicht den Eindruck, daß sie durch den Prozeß reiner geworden wären. Es wurde daher die beim Phyllogen benutzte Methode angewandt. Das Chlorophyllan wurde in Chloroform gelöst und durch ein gehärtetes Filter filtriert. Auf den Falten verblieb eine schwach gefärbte Masse in kleiner Menge zurück. Das Filtrat wurde stark eingeengt und mit 96% Alkohol versetzt. Das auf diese Weise abgeschiedene Chlorophyllan ließ aber immer noch Verunreinigungen erkennen. Es wurde daher von neuem in Chloroform gelöst und wieder durch ein gehärtetes Filter filtriert, das Filtrat stark konzentriert, mit Alkohol gefällt und die Fällung nach dem Abfiltrieren in siedenden Alkohol gebracht. Während des Erkaltes dieser Lösung konnte man die Abscheidung



von hellen Flocken beobachten, diese wurden rasch durch Filtration mittels Faltenfilters entfernt und das alkoholische Filtrat eingengt. Beim Erkalten schied sich das Chlorophyllan in sammtschwarzen, nicht zusammenhängenden Körnern ab. Es wurde von neuem in Chloroform gelöst, filtriert, der Chloroform nahezu ganz abgedampft und mit Alkohol gefällt. Dieses Produkt gab nun bei der Analyse folgende Werte:

- 1) 0.1256 gr Subst.  $v = 7.3 \text{ cm}^3 \text{ N}$ ,  $t = 13^\circ$ ,  $b = 744$ , entsprechend 6.69% N.
- 2) 0.1304 gr Subst. 0.3604 gr  $\text{CO}_2$ , 0.1007 gr  $\text{H}_2\text{O}$ , entsprechend 75.23% C, 8.61% H.
- 3) 0.1590 gr Subst. 0.4362 gr  $\text{CO}_2$ , 0.1240 gr  $\text{H}_2\text{O}$ , entsprechend 74.85% C, 8.70% H.

Der Aschengehalt ist äußerst gering und kann vernachlässigt werden: 0.2624 gr gaben 0.0002 gr Glührückstand.

Seinem allgemeinen Verhalten nach ist das auf diese Weise gereinigte Chlorophyllan von dem Phyllogen, also mithin auch dem Phäopytin nicht zu unterscheiden. Sein optisches Verhalten ist mit dem des Phyllogens identisch.

In einer wichtigen Beziehung unterscheidet sich das nach dem oben angegebenen Verfahren gereinigte Chlorophyllan von dem Rohchlorophyllan. Während die ätherische Lösung des letzteren an eine 15%ige Salzsäure beim Schütteln ein wenig Farbstoff mit blau-grüner Farbe abgab, verhielt sich die ätherische Lösung des gereinigten Chlorophyllans einer Säure von obiger Konzentration gegenüber völlig indifferent. Auf diesen Unterschied kommen wir noch im folgenden Abschnitt zu sprechen.

#### Verhalten von Phyllogen, Phäophytin und Chlorophyllan Salzsäure gegenüber.

Phyllogen bildet bekanntlich das Ausgangsprodukt zur Darstellung des Phylloeyanins und Phylloxanthins. Die Bildung dieser Körper erfolgt, wenn man Phyllogen mit konz. Salzsäure behandelt. Von der Länge der Einwirkung der Säure und der Art der Isolierungsmethode hängt die Natur der Spaltungsprodukte in gewissem Grade ab. Am eingehendsten sind bis jetzt zwei Spaltungsprodukte des Phyllogens unter der Einwirkung von Säuren studiert worden, nämlich das Phylloxanthin und das Phylloeyanin. Beide Produkte

sollen demnächst genau beschrieben werden. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß Phyloxanthin weit schwächere basische Eigenschaften besitzt als das Phyllocyanin. Ersteres wird seiner ätherischen Lösung erst durch 24%ige Salzsäure in größerer Menge entzogen, während das Phyllocyanin schon in 15%ige Salzsäure übergeht. Da das Phyllogen früher als ein Gemisch dieser beiden Substanzen angesehen wurde, so haben wir jetzt auf Grund des Verhaltens des Phyllogens zur Salzsäure verschiedener Konzentration die Frage nach seiner Einheitlichkeit in dieser Beziehung näher studiert. Es hat sich hiebei herausgestellt, daß Phyllogene verschiedenen Ursprungs sich verschieden verhalten. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß 10 cm<sup>3</sup> einer ätherischen Lösung des Phyllogens, welche in 1 cm<sup>3</sup> 0.0003 gr enthielt, mit 10 cm<sup>3</sup> Salzsäure von verschiedenen Konzentrationen kurze Zeit geschüttelt wurden. Untersucht wurden Phyllogene aus Brennesseln, *Ficus repens*, Ahornblättern und Akazienblättern. Mit Ausnahme des letzterwähnten Phyllogens verhielten sich sämtliche untersuchten Phyllogene einer 15%igen Salzsäure gegenüber indifferent. 20%ige Säure nahm schon etwas mehr Farbstoff auf, 24%ige Säure natürlich noch mehr. Die in dieser Art erhaltenen Lösungen sind allerdings, besonders im Falle der Anwendung einer 20%igen Säure, nur sehr wenig gefärbt und um bessere Vergleichsresultate erzielen zu können, haben wir die Intensität der durch die sauren Lösungen verursachten Absorptionen kolorimetrisch mit Hilfe des König-Martens'schen Apparates im Natriumlicht verglichen. Die erzielten Werte sind in den folgenden Tabellen zusammengefaßt.

(Siehe Tabelle Seite 276).

Eine besondere Besprechung verdient das Verhalten des Chlorophyllans. Dasselbe gibt, solange es nicht gereinigt ist (siehe oben), an 15%ige Salzsäure ziemlich viel Farbstoff ab, das gereinigte Präparat hingegen, dessen Zusammensetzung oben angegeben wurde, verhält sich ebenso wie das Phyllogen aus derselben Pflanzenart, in diesem Falle das Brennesselphyllogen. Das Rohprodukt enthält also, wie Einer von uns bereits auch früher immer behauptet hat, ein wenig Phyllocyanin (ob es auch Phyloxanthin enthält, ist nicht zu entscheiden) und durch den Reinigungsprozeß, welcher auf der Fällung des Chlorophyllans aus Chloroformlösungen durch Alkohol basiert, wird das in Alkohol löslichere Phyllocyanin entfernt. Erin-

Ursprung des Phyllogens	15% HCl		20% HCl		24% HCl	
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$
Brennesseln . . . . .	—	—	79·95°	69·57°	82·68°	65·51°
Ficus repens . . . . .	—	—	76·86°	71·51°	81·8°	68·32°
Akazienblätter . . . . .	75·15°	73·23°	85·13°	62·95°	93·4°	55·28°
Brennesseln, Phyllogen nach 3- stündigem Erwärmen mit $\frac{1}{2}$ % Oxalsäurelösung . . . . .	78·25°	72·9°	81·90°	66·49°	88·13°	60·51°
Werte für $\varepsilon$ :						
Brennesseln . . . . .	—		0·3226		0·5497	
Ficus repens . . . . .	—		0·1561		0·4407	
Akazienblätter . . . . .	0·0556		0·7776		—	
Brennesseln erhitzt mit Oxal- säure . . . . .	0·1699		0·4852		1·2286	

nert man sich nun des Umstandes, daß Chlorophyllan insofern unter anderen Bedingungen gebildet wird als Phyllogen oder Phäophytin, als es der Wirkung von Wasserstoffionen bei höheren Temperaturen ausgesetzt ist, so gelangt man zu dem Schluß, daß es gelingen muß, die letztgenannten Präparate durch Pflanzensäuren bei erhöhter Temperatur, so zu sagen, in Chlorophyllan umzuwandeln. Und in der Tat zeigt die vierte horizontale Reihe der ersten oben angeführten Tabelle, daß Phyllogen, welches Brennesseln entstammt und drei Stunden lang in  $\frac{1}{2}$ %iger alkoholischer Oxalsäure auf dem Wasserbade erwärmt war, auch 15%iger Salzsäure nach dieser Behandlung aus reiner ätherischen Lösung ziemlich viel Farbstoff abgibt. Ebenso konnten wir uns überzeugen, dass genuines Chlorophyllan, welches den Chloroform-Alkohol-Reinigungsprozeß durchgemacht hat, und dessen ätherische Lösung an 15%ige Salzsäure keinen Farbstoff abgab, diese Eigenschaft wieder zurückgewann, als es der Einwirkung von  $\frac{1}{2}$ %iger Oxalsäure in der Wärme ausgesetzt war. Demzufolge könnte man allgemein sagen, daß Chlorophyllan, so-



lange es nur nach Hoppe-Seyler's Methode gereinigt war, in der Regel Phyllogen resp. Phäophytin repräsentiert, welches durch Phylloeyanin verunreinigt ist. Indeß muß der Satz Einschränkungen erleiden, da es, wie oben aus der Tabelle zu ersehen ist, auch Phyllogene geben kann, welche Säuren gegenüber sich genau so verhalten, wie Rohchlorophyllan. Endlich muß auch daran gedacht werden, daß die Phyllogene einer und derselben Pflanzenart je nach der Vegetationsperiode der Pflanze variieren können.

### Optisches Verhalten des Phyllogens, Phäophytins und Chlorophyllans.

Die spektralanalytische Untersuchung der Chlorophyllderivate ist, wie die Geschichte der Chlorophyllforschung zeigt, von eminenter Bedeutung. Sie wurde freilich in früheren Zeiten<sup>1)</sup> wie auch neuerdings unterschätzt, aber diejenigen Forscher, die sich der Blut- oder Chlorophyllforschung widmen, kommen sehr bald zu der Überzeugung, daß die Spektralanalyse ein nicht zu entbehrendes physikalisches Hilfsmittel ist.

Daß bei der Anwendung dieser Untersuchungsmethode oft schwer gestündigt wird, worauf H. Kayser in der Einleitung zu dem vierten Bande<sup>2)</sup> seiner Spektroskopie gerechter Weise hindeutet, muß ohne weiteres zugegeben werden. Ebenso hat Kayser vollständig Recht, wenn er behauptet, daß die Konfusion in der Chlorophyllchemie durch den Umstand sehr verbreitet wird, daß jeder Forscher, der an die Chlorophyllchemie herantritt und das Gebiet „erschlossen“ haben will, immer neue Namen für altbekannte Substanzen einführt. Indessen können wir der Behauptung des auf dem Gebiet der Spektralanalyse so sehr verdienten Forschers, daß infolge der Unsicherheit der Methode halbwegs Messungen nur eines und desselben Forschers verglichen werden können, nicht unbedingt beipflichten, da die Geschichte der Chlorophyllforschung gerade eine Errungenschaft aufweisen kann, die das Gegenteil davon beweist. Wir erinnern an die Entdeckung der Tatsache, daß ein Umwandlungsprodukt des Chlorophylls im tierischen Organismus, das von Einem von uns entdeckte Phylloerythrin identisch ist mit dem Cholehämatin von Mac-Munn<sup>2)</sup>. Einem von uns ist es gelungen, das Phylloerythrin

<sup>1)</sup> Vergl. hierüber bei Tschirch l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

rein zu isolieren, er hat dessen spektroskopisches Verhalten genau beschrieben und dessen Absorptionsverhältnisse im Ultraviolett genau charakterisiert. Das Cholehämatin war ihm damals unbekannt. Auf Grund dieser Beschreibungen des optischen Verhaltens des Phylloerythrins hat dann Gamgee, der Phylloerythrin niemals in den Händen hatte, der aber Mac-Munn's Arbeit in Erinnerung hatte, brieflich die Überzeugung ausgesprochen, daß beide Substanzen identisch sind. Durch Gamgee's Äußerung veranlaßte Untersuchungen haben dann auch diese vermutete Identität beider Substanzen, sowie auch die Frage des Bilipurpurins aufgeklärt.

Bezüglich der spektralanalytischen Methode, deren wir uns bedienen, mögen hier einige Einzelheiten folgen.

Wir haben zwei Spektralapparate zu unserer Verfügung, und zwar ein ganz einfaches Instrument, sog. Kensington Type von Hilger in London und ein den Wünschen Eines von uns entsprechend konstruiertes Polarisationspektrometer von Fuess in Steglitz, welches so gebaut ist, daß die Polarisationsvorrichtungen mit Leichtigkeit entfernt werden können, wodurch ein äußerst genaues Spektrometer resultiert. Die Prismen sind in keinem Apparat fix angebracht, sondern können nach Belieben ausgewechselt werden. Wir bedienen uns je nach den Umständen zweier verschiedener Flintprismen, eines Borsilikatprismas mit sehr geringer Dispersion und wir haben außerdem ein Cornu'sches Quarzprisma, wie auch Fluoritprisma (von Fuess) zu unserer Verfügung. Beide Instrumente dienen zur subjektiven Beobachtung. Die meisten Messungen werden mit Hilfe des einfachen Hilger'schen Instrumentes ausgeführt, welches aber dadurch einen hohen Präzisionsgrad erreicht, daß es mit einem Mikrometerokular versehen wird, dessen „thread“ 0.01 Inch (englisch. Zoll) beträgt. Das Okular ist mit einer 4-Volt-Lampe versehen, welche ermöglicht, die Fäden auch in dem stark gebrochenen Teil des Spektrums, sowie auch in der Nähe des Infrarots genau einzustellen. Die Kalibrierung der Prismen geschah von uns selbst. Es wurden hinzu die Linien:  $K_{\alpha}$ , Na, Tl, Li,  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$  sowie die sehr hellen Heliumlinien des schwächer gebrochenen Teiles des Spektrums angewandt.

Außer den obigen Apparaten besitzt das Institut ein vorzügliches Quarzspektrograph von Hilger in London. Bei demselben wurden alle Momente berücksichtigt, welche nach den Forschungen der Spezialisten dieses Gebietes notwendig sind, um eine möglichst gute

Definition der Spektren zu erreichen. Die Linsen sind nicht achromatisch, wie in manchen Apparaten, die von kontinentalen Firmen stammen, sondern einfache Quarzlinsen, welche aus entsprechenden enantiomorphen Kristallen hergestellt werden. Ein Vergleich unserer Spektrogramme mit solchen, die mit Hilfe von Quarz-Fluorit-Achromaten erhalten wurden, belehrte uns, daß die betreffende Auswahl gut getroffen wurde<sup>1)</sup>. Die Linsen haben eine Brennweite von 35·7 engl. Zoll (für D). Sie sind nahezu plankonvex; die konvexe Seite derselben wird entsprechend den Entwicklungen von Cornu<sup>2)</sup> dem Prisma zugewandt. Bekanntlich ist die Fläche, auf welcher das ganze Spektrum scharf liegen würde, keine Ebene, sondern eine Zylinderfläche, die sich aber umso weniger (praktisch genommen) von der Ebene unterscheiden wird, je länger die Brennweite der Linsen und je kleiner die zu photographierende Spektralregion ist. Diesen Anforderungen entspricht unser Instrument in vollem Maße.

Die Plattenkassette ermöglicht die Aufnahme von 7 Spektrogrammen. Infolge des Chromatismus der Linsen muß die Platte stark zu der Richtung der Lichtstrahlen geneigt sein. Für die Spektralregion von 486·1  $\mu\mu$  bis 334·1  $\mu\mu$ , welche bei den gegenwärtigen Studien in Betracht kommt, beträgt der entsprechende Winkel 23·5°. Über die Art der Einstellung des Spektrographen brauchen wir uns hier nicht zu äußern; wir verweisen diesbezüglich auf das berühmte Kayser'sche Buch und besonders auch auf die Hartley'schen Arbeiten.

Die zu untersuchenden Flüssigkeiten wurden in einem Absorptionsgefäß untergebracht, welches von Fuess in Steglitz nach den Angaben Eines von uns konstruiert wurde und welches übrigens an das von Baly<sup>3)</sup> beschriebene erinnert. Es besitzt zwei Fluoritfenster und ermöglicht die Untersuchung von Flüssigkeitsschichten von 5 mm aufwärts bis 25 mm. Die Änderung der Schichtendicke geschieht durch Verstellung einer inneren Schraube, deren Gang sehr präzise ausgeführt ist.

Die Beleuchtung des Apparates geschah mit Hilfe einer Nernst-Lampe von 64 Kerzen Leuchtkraft mit vertikalem, geradem Glühkörper. Der Erwärmungskörper ist spiral um den Glühfaden ge-

<sup>1)</sup> Vergl. Schumann, Photogr. Rundschau 1892, Heft 11. Deslandres, Ann. Chim. et Phys. 15, 5 (1888). Kayser, Spektroskopie I. 631.

<sup>2)</sup> Kayser, Spektroskopie I. 630.

<sup>3)</sup> Spectroscopy. London 1905. S. 414.



wunden. Bei den ersten Aufnahmen erwies sich dieser Umstand als sehr störend. Die Windungen erzeugten auf den Spektrogrammen horizontale Schatten, die besonders bei der Beobachtung matterer Bänder störend wirkten. Diesem Übelstand wurde jedoch leicht dadurch abgeholfen, daß die Erwärmungsspirale vorsichtig vollständig entfernt wurde und die Inbetriebsetzung der Lampe durch direkte Erwärmung des Glühkörpers mit Hilfe eines Bunsenbrenners erfolgte. Die Expositionsdauer betrug 3 Minuten. Die Platten stammten von Wratten & Wainwright, Croydon und haben sich vorzüglich bewährt. Für die Aufnahme der stärker gebrochenen Spektralregionen wurden die „Improved Drop Shutter“-Platten angewandt.

In der vorliegenden Abhandlung müssen wir uns begnügen, nur den allgemeinen Charakter der Absorptionen in dem stärker gebrochenen Teil des Spektrums zu beschreiben und zur Orientierung die Quecksilberlinien, welche von einer Heraeus'schen Quarzquecksilber-Bogenlampe auf die Platten geworfen wurden, benützen. Die genaue Ausmessung der Lage der Absorptionsbänder soll später mit anderen Messungen mitgeteilt werden. Es sei hier nur erwähnt, daß wir uns zweier Methoden bedienten, nämlich der Hartley'schen bei Anwendung des Eisenlichtbogens und der gewöhnlichen, auf der Ausmessung mit Hilfe eines Komparators beruhenden.

Für die Aufnahme der weniger gebrochenen Spektrumteile wurden die Quarzlinzen durch achromatische ebenfalls von Hilger hergestellte Glaslinsensysteme ersetzt. Die Platten stammten von Wratten & Wainwright, Marke „Wratten Panchromatic“.

Eine gewisse Unsicherheit der spektralanalytischen Angaben, welche sich auf die Absorptionsspektren beziehen, findet ihre Erklärung hauptsächlich in der ungentügenden Schärfe der Begrenzung der meisten Bänder, einem Umstand, der bei der Anwendung des Komparators ebenfalls stark in's Gewicht fällt. Es wäre sehr wünschenswert, wenn die Physiker diesem Problem ihre Aufmerksamkeit schenken wollten. Es wäre vielleicht möglich, eine Vorrichtung zu konstruieren, welche auf photometrischem Wege diejenige Region der Platte festlegen könnte, bei welcher eine Differenzierung in der Schwärzung der Platte eintritt. Die Bemühungen Eines von uns in dieser Richtung, die er in Gemeinschaft mit einer optischen Werkstätte unternommen hat, haben bis jetzt noch kein befriedigendes Resultat ergeben.

Die besprochenen Schwierigkeiten entfallen, wenn man beim

Vergleich verschiedener Substanzen sich der spektralkolorimetrischen Methoden bedient. Die früheren, hierzu konstruierten Apparate konnten uns für die Zwecke der Chlorophyllforschung nicht genügen. Die erhaltenen Resultate schwankten so außerordentlich und waren von so vielen, schwer zu eliminierenden Einflüssen abhängig, daß von der Anwendung derselben Abstand genommen werden mußte. In neuerer Zeit werden vielfach die Leistungen des König-Martens'schen Apparates besprochen und von verschiedenen Seiten lobend hervorgehoben. Wie wir unten zeigen wollen, haben wir verschiedene Phyllogene in dem erwähnten Apparate untersucht. Vorläufig stand zu unserer Verfügung nur die kleinere Beleuchtungsvorrichtung und als Absorptionsgefäß nur die Schulz'sche Zelle. Die bis jetzt erhaltenen Resultate sind nur zum Teil befriedigend. Der Grund dafür liegt vor allem in dem Umstand, daß sämtliche Chlorophyllderivate so stark das Licht absorbieren, daß nur sehr verdünnte Lösungen angewandt werden können, was natürlich die Genauigkeit der Resultate ungünstig beeinflusst. Außerdem kommen aber noch andere Umstände in Betracht, deren Analyse wir vorläufig unterlassen. Wir haben das Absorptionsvermögen der Phyllogen- und Phäophytinlösungen nur für wenige Lichtarten untersuchen können, und zwar für die orange, gelbe, grüne und blaugrüne Quecksilberlinie und für Natriumlicht.

Wir gehen nun zur Besprechung der erhaltenen Resultate über. Zunächst sei auf die Resultate früherer Forscher, welche beim Studium der sog. modifizierten Chlorophylle erhalten wurden, sowie auch auf das Absorptionsspektrum des Chlorophyllans hingewiesen. Die sog. modifizierten Chlorophylle zeigten im Gegensatz zu den Chlorophyllauszügen, welche 4 Bänder enthielten, 5 Bänder. Das Chlorophyllanspektrum wurde besonders von Tschirch<sup>1)</sup> eingehend studiert; für eine „mittlere optische Konzentration“ in ätherischer Lösung, wie sie Tschirch nennt, sind folgende Wellenlängen charakteristisch:

Band	I	$\lambda = 680 - \lambda = 640$
„	II	$\lambda = 620 - \lambda = 590$
„	III	$\lambda = 570 - \lambda = 560$
„	IV	$\lambda = 550 - \lambda = 530$
„	V	$\lambda = 513 - \lambda = 490$

<sup>1)</sup> l. c.

Die von uns nach der gewöhnlichen Methode für Chloroformlösungen des Phyllogens und Phäophytins aus Ahornblättern erhaltenen Resultate sind folgende:

Phäophytin: Konzentration der Lösung:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0003 \text{ gr.}$  Schichtendicke 10 mm.

	Prisma mit großer Dispersion:	Prisma mit kleiner Dispersion.
Band I	$\lambda \text{ 790 — 641}$	$\lambda \text{ 690 — 641}$
„ II	$\lambda \text{ 617 — 598.5}$	$\lambda \text{ 619 — 604}$
„ III	$\lambda \text{ 568 — 559}$	$\lambda \text{ 568 — 559.5}$
„ IV	$\lambda \text{ 545.5 — 532}$	$\lambda \text{ 546 — 530.5}$
„ V	$\lambda \text{ 515 — 496}$	$\lambda \text{ 516 — 498}$

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.00015 \text{ gr.}$

Band I	$\lambda \text{ 688 — 648}$	$\lambda \text{ 686 — 648}$
„ II	$\lambda \text{ 616 — 601}$	$\lambda \text{ 614 — 602}$
„ III	$\lambda \text{ 568 — 560}$	$\lambda \text{ 566 — 561}$
„ VI	$\lambda \text{ 545 — 537}$	$\lambda \text{ 543 — 538}$
„ V	$\lambda \text{ 513 — 498}$	$\lambda \text{ 512 — 498}$

In ätherischer Lösung wurden ganz analoge Wellenlängenwerte erhalten. Aus zahlreichen von uns ausgeführten Messungen greifen wir nur die bei solchen Konzentrationen erhaltenen heraus, die sichtlich den von Willstätter eingehaltenen entsprechen:

	Größere Dispersion:	Kleinere Dispersion:
Band I	$\lambda \text{ 683 — 647}$	$\lambda \text{ 684 — 647}$
„ II	$\lambda \text{ 612 — 600}$	$\lambda \text{ 614 — 600}$
„ III	$\lambda \text{ 563 — 556}$	$\lambda \text{ 567 — 556}$
„ IV	$\lambda \text{ 539 — 531}$	$\lambda \text{ 541 — 529}$
„ V	$\lambda \text{ 509 — 494}$	$\lambda \text{ 513 — 493}$

Willstätter erhielt unter anderen folgende Wellenlängen:

Band I	$\lambda \text{ 684 — 650}$
„ II	$\lambda \text{ 619 — 599}$
„ III	$\lambda \text{ 569 — 556}$
„ IV	$\lambda \text{ 538 — 528}$
„ V	$\lambda \text{ 511 — 490}$



Wie ersichtlich, stehen die von dem Zürcher Forscher erhaltenen Werte den unsrigen sehr nahe. Ein Unterschied besteht jedoch in unseren Befunden, da es uns niemals gelang, einen ausgeprägten Schatten am dritten, äußerst schwachen Bande auf der dem Violett zugekehrten Seite zu entdecken. Außerdem besitzt aber, wie die Photogramme zeigen, das Phäophytin ähnlich wie Phyllogen eine Reihe von Bändern im stärker gebrochenen Spektrumteil, die weiter unten besprochen werden sollen. Das Phyllogen aus Ahornblättern, in gleicher Konzentration untersucht, zeigt beim unmittelbaren Vergleich mit Phäophytinlösungen genau dasselbe Spektrum und wir unterlassen daher für das Phyllogen aus Ahornblättern die erhaltenen Werte hier anzuführen. Die Übereinstimmung wird aber evident sein, wenn man die unten angeführten Werte für Phyllogene aus anderen Pflanzen betrachtet.

Phyllogen aus Akazienblättern. Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.00033 \text{ gr.}$   
 Schichtendicke 10 mm.

Lösungsmittel: Chloroform.

	Kleine Dispersion:	Größere Dispersion:
Band I	$\lambda \text{ 690 — 640}$	$\lambda \text{ 689 — 640}$
„ II	$\lambda \text{ 623 — 596}$	$\lambda \text{ 621 — 596}$
„ III	$\lambda \text{ 570 — 562}$	$\lambda \text{ 569 — 561}$
„ IV	$\lambda \text{ 549 — 531}$	$\lambda \text{ 547 — 531}$
„ V	$\lambda \text{ 518 — 493}$	$\lambda \text{ 516 — 495}$

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.00025 \text{ gr}$

Band I	$\lambda \text{ 687 — 644}$	$\lambda \text{ 687 — 643}$
„ II	$\lambda \text{ 619 — 597}$	$\lambda \text{ 617 — 597}$
„ III	$\lambda \text{ 569 — 562}$	$\lambda \text{ 567 — 561}$
„ IV	$\lambda \text{ 545 — 532}$	$\lambda \text{ 545 — 533}$
„ V	$\lambda \text{ 517 — 496}$	$\lambda \text{ 515 — 497}$

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0001 \text{ gr. (kleine Dispersion):}$

Band I	$\lambda \text{ 682 — 648}$
„ II	$\lambda \text{ 612 — 600}$
„ III	$\lambda \text{ 567 — 563}$
„ IV	$\lambda \text{ 544 — 536}$
„ V	$\lambda \text{ 514 — 501}$

Konzentr.:  $1 \text{ cm}^3 = 0.00005 \text{ gr.}$       Konzentr.:  $1 \text{ cm}^3 = 0.000025 \text{ gr.}$

Band	I $\lambda$ 680 — 652	$\lambda$ 677 — 657
"	II $\lambda$ 609 — 602	kaum sichtbar
"	III kaum sichtbar	" "
"	IV $\lambda$ 543 — 538	$\lambda$ 542 — 538
"	V $\lambda$ 513 — 506	$\lambda$ 512 — 506

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0000125 \text{ gr.}$

Band	I $\lambda$ 672 — 658
"	II, III und V kaum sichtbar
"	IV $\lambda$ 542 — 538

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0000062 \text{ gr.}$

Band I schwach sichtbar.

Maximum der Dunkelheit bei  $\lambda$  667.

Ganz analoge Werte werden auch bei der Untersuchung des Phyllogens aus *Ficus-repens*-Blättern, sodann aus Gras- und Brennesselblättern erhalten. Geringe Unterschiede wie diejenigen, welche beim Vergleich obiger Werte mit den für Phyllogen aus Ahornblättern erhaltenen zutage treten, werden natürlich auch dort bemerkt, da ja die aus verschiedenen Pflanzen erhaltenen Phyllogene etwas von einander abweichen.

Bezüglich der Bänder im stärker gebrochenen Teil des Spektrums verweisen wir auf die nicht vergrößerten Reproduktionen der erhaltenen Photogramme, welche jedoch natürlich manche äußerst subtile Einzelheiten der Originale nicht wiedergeben können. Auf Tafel X sind die Spektren zweier Phyllogene und eines Phäophytins in der Spektralregion von etwa  $486.1 \mu\mu$  bis etwas über  $334.1 \mu\mu$  wiedergegeben. Platte I zeigt das Spektrum des Phyllogens aus Ahornblättern, Platte II des Ahornphäophytins und Platte III des Akazienphyllogens. Die Lösungen wurden in Chloroform hergestellt, die Konzentration betrug bei der Aufnahme der Nummern 1, 2 und 3 in  $1 \text{ cm}^3 = 0.000012 \text{ gr}$  und die Schichtendicke stieg von 5 mm auf 10 und schließlich 15 mm. Den Nummern 4, 5, 6 entsprechen Chloroformlösungen, dessen Konzentration  $0.000024 \text{ gr. pro } 1 \text{ cm}^3$  betrug und die Schichtendicke stieg von 10 mm auf 12.5 und 15 mm. Eine auch nur oberflächliche Betrachtung der Photographien überzeugt bereits sofort, daß die Spektren in allen Fällen

identisch sind. Zunächst bemerkt man ein Band, welches vor der  $\text{Hg} = 436 \mu\mu$  Linie liegt, sodann das dunkelste Band der ganzen Serie vor der  $\text{Hg} = 405 \mu\mu$  Linie, welchem ein Band hinter dieser Linie folgt. Dann kommt ein viertes Band vor der Triplette  $\text{Hg} = 366.3, 365.5, 360.0$  und endlich eine Spur eines Bandes hinter dieser Liniengruppe, außerdem noch die Endabsorption, die noch durch besondere Aufnahme unter Anwendung eines Fluoritprismas aufzulösen ist.

Tafel XI (Platte I und II) giebt Reproduktionen des Spektrums des Ahornblätter-Phäophytins in Chloroformlösung, im weniger gebrochenen Teil. Platte I wurde für eine Lösung von der Konzentration  $1 \text{ cm}^3 = 0.00015 \text{ gr}$  und bei Anwendung der Schichtendicken: 7.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0 mm erhalten. Platte II repräsentiert die Absorptionen zweier Lösungen, deren Konzentration 0.000024 resp. 0.000048 entspricht, bei Anwendung der Schichtendicke 5 und 10, resp. 10 und 15 mm. Aufnahme 10 auf Platte II zeigt den Effekt des weißen Lichtes auf die Platte.

Wie ersichtlich, zeigt die Platte Empfindlichkeitsminima im Grün und Orange, die jedoch auf die Absorptionsspektren keinen merklichen Einfluß haben. Zum Vergleich wurde endlich auf jede Platte das Linienspektrum des Heliums geworfen. Es zeigt sich also, daß Phyllogen nicht weniger als 10 Absorptionsbänder im Spektrum verursacht. Inwieweit noch Absorptionen im äußersten Ultraviolett und im Infrarot in Frage kommen, hoffen wir später entscheiden zu können.

### Quantitative Absorptionsverhältnisse der Phyllogen-Ätherlösungen.

Wie bereits erwähnt, haben wir auch einige Versuche über die quantitativen Absorptionsverhältnisse der verschiedenen Phyllogene in ätherischen Lösungen ausgeführt. Die erhaltenen Resultate sind nur als annähernd richtig zu betrachten, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil die uns vorläufig zur Verfügung stehenden Vorrichtungen es nicht erlauben, Fehlerquellen ganz auszuschließen, welche, wenn sie auch noch so geringfügig erscheinen, bei der außerordentlichen Empfindlichkeit des König-Martens'schen Apparates schwer in's Gewicht fallen. Infolge der starken Absorptionen der Phyllogenlösungen mußten zudem äußerst verdünnte Lösungen zur



Anwendung kommen und bereits dieser Umstand muß auf die Genauigkeit der Resultate nachteilig wirken. Zur Berechnung der Extinktionskoeffizienten für orange, gelbe, grüne, und blauviolette Strahlen konnten nur Lösungen angewandt werden, welche im Liter 0.025 gr Phyllogen enthielten. Bei anderen Konzentrationen waren die Winkel für die Mehrzahl der Wellenlängen größer als  $90^\circ$  und wir müssen uns daher begnügen für solche Lösungen nur die Differenzen  $\alpha_1 - \alpha_2$  anzuführen. Diese Werte wurden auch benutzt, um die Kurventafel 1, Seite 289, zu zeichnen.

Um Beobachtungsfehler möglichst auszuschließen, wurden die Ablesungen der Winkel immer von zwei Beobachtern derart besorgt, daß zwei Ablesungen für eine Wellenlänge von einem, die dritte Ablesung von dem andern geschah. Bei der folgenden Wellenlänge geschah dies umgekehrt. Der Vorgang wird durch das folgende Beispiel erläutert:

Phyllogen aus *Ficus repens*.

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.000025 \text{ gr}$ .

Lichtquelle: Grüne Linie der Quarz-Quecksilberlampe.

Schulz'scher Körper	40.4°	138.5°	220.4°	318.0	Beob. I.
rechts	40.6°	138.8°	220.2°	318.5	Beob. I.
	40.7°	139.0°	220.6°	318.7	Beob. II.

Mittel:  $40.57 - 138.77 \quad 220.40 - 318.40$

+  $180.00 \quad 220.57 \quad 180.00 \quad 400.40$

$220.57 \quad 81.80 \quad 400.40 \quad 82.00$

1)  $81.80$

2)  $82.00$

Mittel:  $81.90 = \alpha_1$

Schulz'scher Körper	32.6	147.7	212.3	326.9	Beob. II.
links	32.5	147.3	212.2	327.0	Beob. II.
	33.0	147.5	213.2	327.5	Beob. I.

Mittel:  $32.70 - 147.50 \quad 212.57 - 327.13$

$180.00 \quad 212.70 \quad 180.00 \quad 392.57$

$212.70 \quad 65.20 \quad 392.57 \quad 65.44$

1)  $65.20^\circ$

2)  $65.44^\circ$

Mittel:  $65.32^\circ = \alpha_2$

Die auf diese Weise erhaltenen Werte sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0001 \text{ gr.}$

	Natrium-Licht			Gelbes Hg-Licht			Grünes Hg-Licht		
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1 - \alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1 - \alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1 - \alpha_2$
Phyllogen aus Ficus repens .	97.08	52.30	44.78	93.80	64.00	29.80	108.09	48.65	59.44
„ aus Aka- zienblät- tern . .	95.72	53.73	41.99	92.25	64.83	27.42	105.47	50.30	55.17
„ aus Ahornblät- tern . .	98.12	50.75	47.37	95.63	62.11	33.52	109.27	48.20	61.07

Die Werte der letzten Tabelle (S. 288) sind auf der zweiten Kurventafel (S. 290) graphisch verzeichnet, wobei die  $\varepsilon$ -Werte auf der Ordinatenachse, die Wellenlängen, in  $\mu\mu$  ausgedrückt, auf der Abszissenachse eingetragen wurden. Es fällt auf, daß bei der geringsten Konzentration die Absorptionen, mit einer Ausnahme im Orange, des Akazienphyllogens etwas stärker sind als die des Ficus repens-Phyllogens, während bei stärkeren Konzentrationen das Umgekehrte konstatiert wurde, wie dies von der ersten Kurventafel veranschaulicht wird. Der Grund hierfür mag in einem experimentellen Fehler liegen oder aber auch darin, daß Akazienphyllogen, wie oben ausgeführt, eine geringe Beimengung von Phylloeyanin zu enthalten scheint. Jedenfalls zeigen indessen die obigen Messungen, daß bei den untersuchten Phyllogenen die Absorptionsverhältnisse, wenigstens für die oben erwähnten Lichtwellen, durchaus analog sind, was auf Grund der spektroskopischen Messungen eben zu erwarten war. Es erschien uns nicht der Mühe wert, diese kolorimetrische Methode an einem Chlorophyllderivat wie Phyllogen oder Phäophytin näher zu studieren, wir beabsichtigen dies jedoch bei vollkommen einheitlichen Chlorophyllderivaten gründlich zu tun.

Konzentr.: 1 cm<sup>3</sup> = 0.00005 gr.

	Orange Hg-Strahlen			Na-Strahlen		Gelbe Hg-Strahlen			Grüne Hg-Strahlen			Blauviolette Hg-Strahlen		
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1 - \alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1 - \alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1 - \alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_1 - \alpha_2$
Phyllogen aus Ficus repens	100.68	57.6	43.08	88.87	59.92	28.55	83.43	69.60	13.83	90.96	58.91	32.05	103.54	52.42
" aus Akazienblättern . .	99.34	58.3	41.04	87.71	62.53	25.18	84.06	68.95	15.11	88.84	61.03	27.81	102.08	54.47
" aus Ahornblättern . .	100.37	56.0	44.37	90.30	62.55	27.75	85.01	68.77	16.24	91.12	58.52	32.60	103.81	51.32
														52.49

Konzentr.: 1 cm<sup>3</sup> = 0.000025 gr.

	Orange Hg-Strahlen			Na-Strahlen			Gelbe Hg-Strahlen			Grüne Hg-Strahlen			Blauviolette Hg-Strahlen		
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\epsilon$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\epsilon$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\epsilon$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\epsilon$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\epsilon$
Phyllogen aus Ficus repens	87.33	64.91	1.0017	80.98	70.06	0.3588	79.70	75.03	0.1677	81.90	65.32	0.5085	87.93	64.98	1.1110
" aus Akazienblättern . .	87.26	64.82	0.9923	82.55	70.28	0.4379	79.81	74.61	0.1851	84.22	66.06	0.6421	89.08	66.51	1.2438



### Komplexe Metallsalze des Phyllogens.

Phyllogen besitzt die Eigenschaft, wie alle bis jetzt von Tschirch, Schunck, E. Schunck und Einem von uns und später von Willstätter und anderen Forschern untersuchten Derivate des

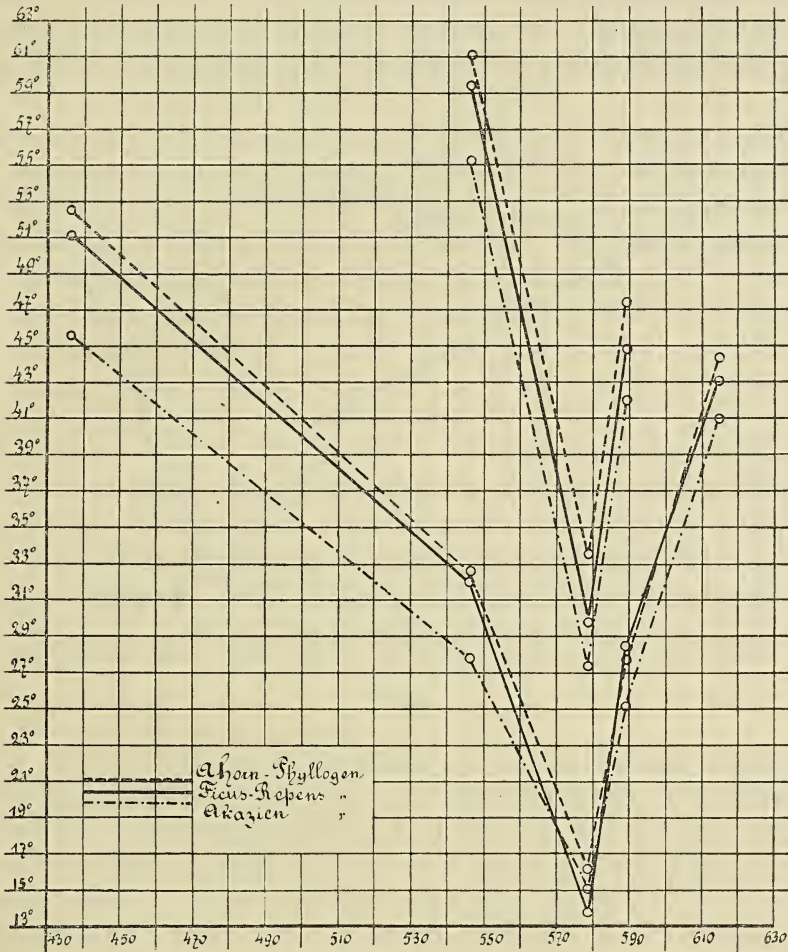


Fig. 1.

Chlorophylls, bezw. der Chlorophylle, welche noch nicht zu stark abgebaut sind, mit Metallsalzen in Verbindung zu treten. Die Stabilität dieser Verbindungen hängt jedoch von der Natur des Metalls und der Säure ab. Die Kupfersalze sind in der Regel am stabilsten.

Diese Eigenschaft steht wahrscheinlich mit dem Pyrrolkomplex (bezw. pyrrolbildenden Komplex) des Chlorophylls in Beziehung, denn es fällt auf, daß Hämopyrrolderivate ebenfalls zur Bildung von komplexen Metallsalzen neigen, wie dies Einer von uns mit Goldmann und Hetper<sup>1)</sup> gezeigt hat und was demnächst noch näher auseinander gesetzt werden soll.

Die betreffenden Verbindungen werden leicht erhalten, indem man die alkoholische oder essigsaure Phyllogenlösung mit der be-

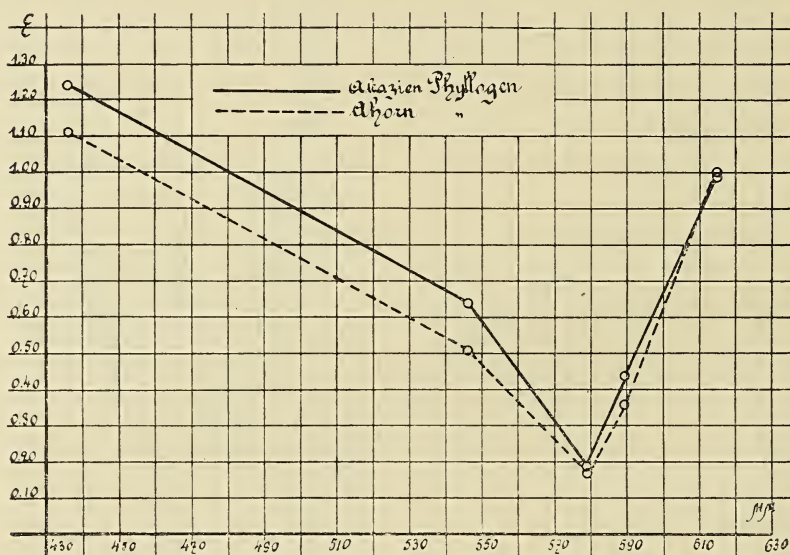


Fig. 2.

treffenden Metallsalzlösung vermischt und kurze Zeit erwärmt. Das Erwärmen ist allerdings nicht in allen Fällen notwendig. Die Reaktion ist sofort an der eintretenden Farbenänderung zu erkennen. Die ursprünglich olivbraune Farbe des Phyllogens wird unter dem Einfluß der Metallsalze grün bzw. blaugrün und je nach der Natur des Metalls wird eine fluoreszierende oder nicht fluoreszierende Lösung erhalten. Das Spektrum unterliegt dabei sehr wesentlichen Modifikationen.

Besonders interessant sind die Verbindungen, welche aus einigen Chlorophyllderivaten entstehen, wenn man ihre alkoholischen

<sup>1)</sup> l. c.

Lösungen mit Zinkhydrat (frisch gefällt) mischt und in die warme Lösung einen Kohlensäurestrom einleitet. Die Reaktion wurde von E. Schunck beim Phyllocyanin entdeckt. Wir fanden, daß Phyllogen ganz analog wie Phylloxanthin reagiert, worüber später berichtet werden wird. Die erwähnte Verbindung des Phyllogens (hierzu wurde Ahornblätter-Phyllogen benutzt) wird erhalten, indem die alkoholische Lösung desselben zunächst bei Siedehitze mit frisch gefälltem, gut ausgewaschenem  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  versetzt und sodann eine Zeit lang kochend mit Kohlensäure behandelt wird. Nach einiger Zeit wird das Gefäß vom Wasserbade entfernt und, ohne den Kohlensäurestrom zu unterbrechen, erkalten gelassen. Sodann wird es wiederum auf dem Wasserbade erwärmt, im Kohlensäurestrom erkalten lassen und diese Prozedur noch einmal wiederholt. Die Länge der Kohlensäureeinwirkung hängt von der Menge des in Arbeit genommenen Phyllogens ab und muß danach geregelt werden. Die Lösung wird filtriert, die größte Menge des Alkohols abdestilliert, Wasser zugesetzt und das in grünen Flocken abgeschiedene Salz mit Äther extrahiert. Der größte Teil der Flocken löst sich dabei leicht mit prächtig grüner Farbe. Die Lösung zeigt starke rote Fluoreszenz. Nach dem Eindampfen des Äthers bleibt eine dunkle, grünblaue Masse zurück, die auch nach monatelangem Verweilen im Exsikkator im Vakuum über Schwefelsäure nicht spröde wird, was natürlich die Möglichkeit nicht ausschließt, daß Phyllogene anderer Pflanzen ein besseres Produkt liefern werden. Das bis zur Gewichtskonstanz getrocknete Präparat wurde in Äther gelöst und bei Anwendung von Schichtdicken von 10 mm. bei verschiedenen Konzentrationen spektroskopisch untersucht.

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0005$

Band I. & II.  $\lambda$  687 — 590

„ III.  $\lambda$  582 — 554

„ IV.  $\lambda$  539 — 514

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.00033$

$\lambda$  682 — 592

$\lambda$  578 — 555

$\lambda$  636 — 514

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0002$

Band I.  $\lambda$  672 — 628

„ II.  $\lambda$  614 — 594

„ III.  $\lambda$  572 — 554

„ IV.  $\lambda$  531 — 513

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0001$

$\lambda$  666 — 641

$\lambda$  611 — 602

$\lambda$  569 — 557

$\lambda$  526 — 515



Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.0005$

Band I.  $\lambda$  662 — 644

„ II.  $\lambda$  609 — 604

„ III.  $\lambda$  571 — 558

„ IV. kaum sichtbar

Konzentration:  $1 \text{ cm}^3 = 0.000025$

Band I.  $\lambda$  659 — 650.

Absorptionsmaximum bei  $\lambda$  655.

Mit Zink- und Kupferazetat reagiert Phyllogen in essigsaurer Lösung leicht. Die Reagierfähigkeit mit dem ersteren bildet übrigens kein unterscheidendes Merkmal vom Phylloxanthin. Es hat sich nämlich entgegen der Angabe von Schunck ergeben, daß Phylloxanthin mit Zinkazetat reagiert, wenn auch langsamer, und dabei eine Verbindung liefert, welche durch Mineralsäuren leicht zersetzt wird unter Regenerierung des Phylloxanthins.

Die Zink- und Kupferverbindungen des Phyllogens unterscheiden sich auffallend in Bezug auf Fluoreszenz. Während erstere in ätherischer Lösung sehr schön fluoresziert, zeigt das Kupfersalz keine Fluoreszenz. Die Darstellung dieser Verbindungen ist ganz einfach; die essigsäure Lösung des Phyllogens wird mit dem Azetat schwach erwärmt und sodann mit Wasser stark verdünnt. Durch Äther wird dann die komplexe Verbindung entzogen und eventuell durch Verdampfen des Lösungsmittels in festem Zustande gewonnen. In spektroskopischer Beziehung unterscheiden sich diese Verbindungen sehr auffallend von der oben beschriebenen Zink-Kohlensäureverbindung. Das erste charakteristische Band im Rot unterliegt nämlich bei weitgehender Verdünnung einer Teilung in zwei Bänder. Eine konzentriert ätherische Lösung der Zinkazetat-Verbindung des Akazienblätter-Phyllogens gab folgende Wellenlängen-Werte:

Band I  $\lambda$  677 — 622

Band III  $\lambda$  570 — 555

„ II  $\lambda$  613 — 597

„ IV  $\lambda$  530 — 516

Die obige Lösung gab nach dem Verdünnen mit dem gleichen Volum Äther:

Band I  $\lambda$  672 — 629

Band III  $\lambda$  568 — 557

„ II  $\lambda$  611 — 601

„ IV  $\lambda$  528 — 519

Beim Verdünnen mit dem dreifachen Volum entstand eine Lösung mit folgenden Bändern:

Band I $\lambda$ 666 — 635	Band III $\lambda$ 565 — 457
„ II $\lambda$ 610 — 603	„ IV kaum sichtbar.

Verdünnung mit dem 7-fachen Äthervolum erzeugte eine Lösung, in welcher die Bänder II, III, IV kaum sichtbar und daher schwer zu messen sind, während das erste Band geteilt wird. Die erscheinenden Bänder sind durch folgende Wellenlängen charakterisiert:

Band I a $\lambda$ 662 — 651
Band I b $\lambda$ 646 — 634

Ersteres ist intensiver als letzteres. Verdünnung mit dem fünfzehnfachen Äthervolum gab endlich eine Lösung, in welcher Band I b zwar noch meßbar ist, aber sehr matt erscheint. Die Lage der beiden Bänder entspricht jetzt:

Band I a $\lambda$ 660 — 654	Band I b $\lambda$ 644 — 634
------------------------------	------------------------------

Die Kupferverbindung hat ein analoges Spektrum, nur sind die Bänder im Vergleich mit denjenigen der Zinkverbindung etwas nach dem blauen Ende des Spektrums hin verschoben:

Band I $\lambda$ 664 — 613	Band III $\lambda$ 559 — 541
„ II $\lambda$ 605 — 595	„ IV $\lambda$ 520 — 496

Verdünnung 1 : 1

Band I: $\lambda$ 663 — 618	Band III: $\lambda$ 556 — 543
„ II: $\lambda$ 603 — 596	„ IV: $\lambda$ 515 — 498

Verdünnung 1 : 3

Band I a: $\lambda$ 655 — 641	Band III und IV sind
„ I b: $\lambda$ 633 — 622	sehr matt und schwer
„ II : $\lambda$ 602 — 596	zu meßen.

Verdünnung 1 : 7

Band I a: $\lambda$ 654 — 644
„ I b: $\lambda$ 630 — 623 ;

die übrigen Bänder sind nahezu verschwunden. Schließlich sei erwähnt daß das Phäophytin sich ganz analog verhält. Es wäre daher überflüssig, die verschiedenen Messungen der entsprechenden Präparate hier eingehend zu beschreiben.

### Vergleich des Chlorophyllans mit Phylloxanthin.

E. Schunck hatte gelegentlich die Vermutung ausgesprochen, daß Chlorophyllan und Hypochlorin vielleicht mit dem Phylloxanthin identisch sei. In der Tat ist eine gewisse Ähnlichkeit beider Produkte zu sehen, wenn man das Chlorophyllan mit nicht genügend gereinigtem Phylloxanthin vergleicht. Eine nähere Prüfung beider Substanzen zeigt jedoch, daß sie grundverschieden sind. Obwohl wir die Absicht haben, über Phylloxanthin erst später eine ausführliche Arbeit zu publizieren, so sei hier, um die oben berührte Frage endgültig zu erledigen, auf die markantesten, die beiden Substanzen trennenden Unterschiede hingewiesen.

Zunächst ist hervorzuheben, daß Chlorophyllan in der Regel eine Substanz darstellt, welche wachsartige Konsistenz besitzt, während Phylloxanthin zwar bis jetzt noch nicht in kristallinischem Zustand erhalten wurde, aber doch in Form eines blauschwarzen Produktes, welches sich leicht pulverisieren läßt. Der Stickstoffgehalt des Phylloxanthins ist bedeutend höher als der des Chlorophyllans.

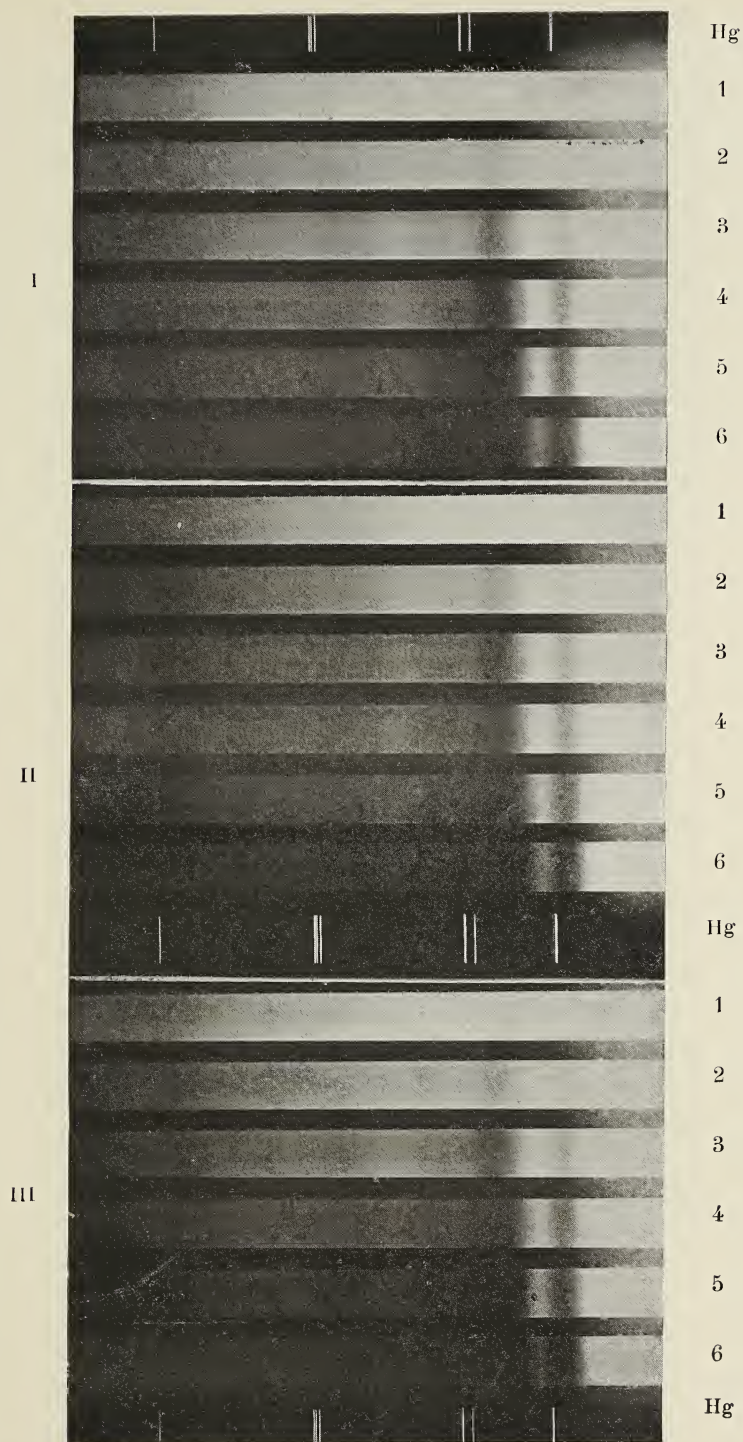
Während die Lösungen des Chlorophyllans olivbraun gefärbt sind, erscheinen die des Phylloxanthins, in dickeren Schichten beobachtet, mehr rotbraun. Erstere zeigen im weniger gebrochenen Teil des Spektrums 5 Bänder, letztere zwar auch 5, aber deren Lage ist eine ganz andere. Man vergleiche die Reproduktionen des Spektrums des Phyllogens auf Tafel XI, welches gleichzeitig das Spektrum des Chlorophyllans illustriert, mit den Reproduktionen des Phylloxanthinspektrums (Taf. XIII).

Die letzterwähnten Reproduktionen zeigen auch, daß von dem sog. zweiten Tswett'schen Band keine Spur vorhanden ist, wie dies Einer von uns bereits hervorgehoben hat. Hingegen tritt ein Band ungefähr auf der  $He_{\gamma}$  Linie auf, welches, wie gern hervorgehoben werden mag, zuerst von Tswett<sup>1)</sup> beobachtet wurde. Das vierte Band des Phylloxanthins zeigt außerdem, wie bereits betont<sup>2)</sup> wurde, übereinstimmend mit Tswett's Beobachtung zwei Dunkelheitsmaxima. Ebenso bedeutend sind die Unterschiede in den Absorptionsverhältnissen beider Produkte im stärker gebrochenen Spektrumteil. Chlorophyllan zeigt dort genau wie Phyllogen 5 Bänder,

<sup>1)</sup> Biochem. Zeitschrift 5, 6 (1907).

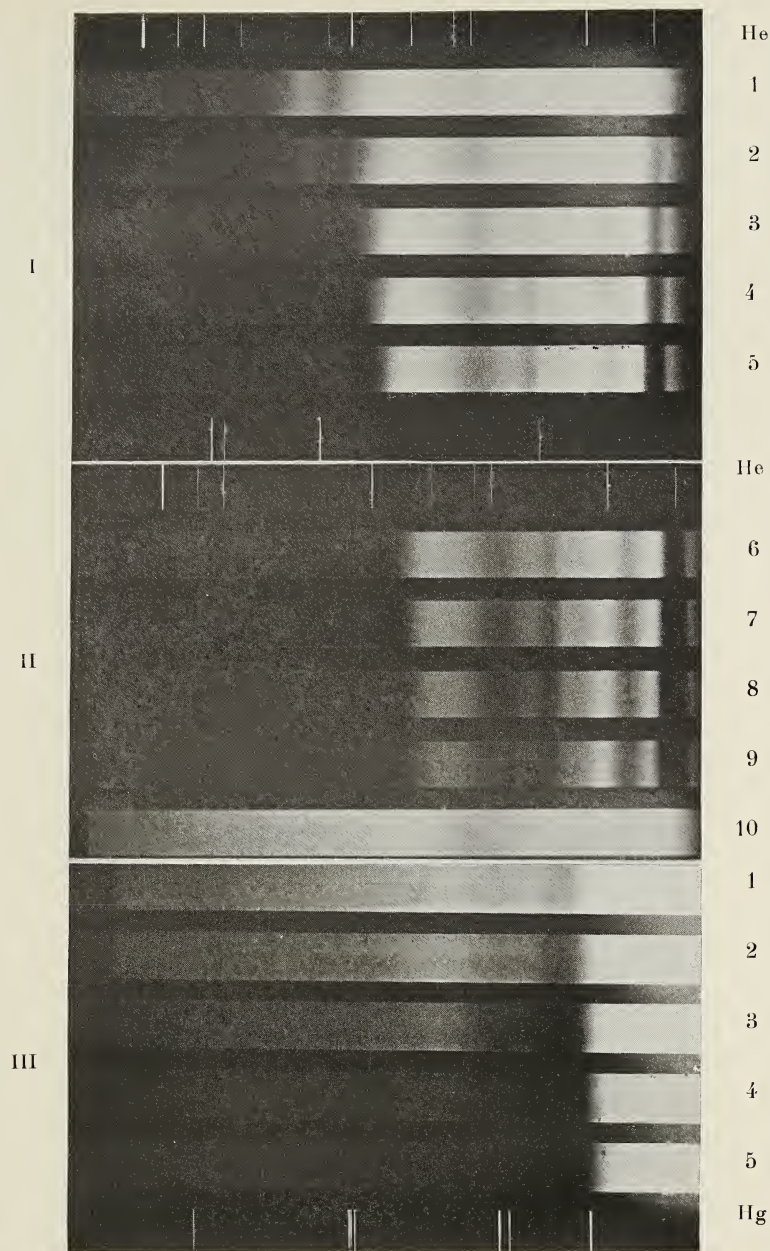
<sup>2)</sup> Marchlewski. Biochem. Z. 7, 282 (1907)





I. Phyllogen aus Ahornblättern.  
 II. Phäophytin aus Ahornblättern.  
 III. Phyllogen aus Akazienblättern.

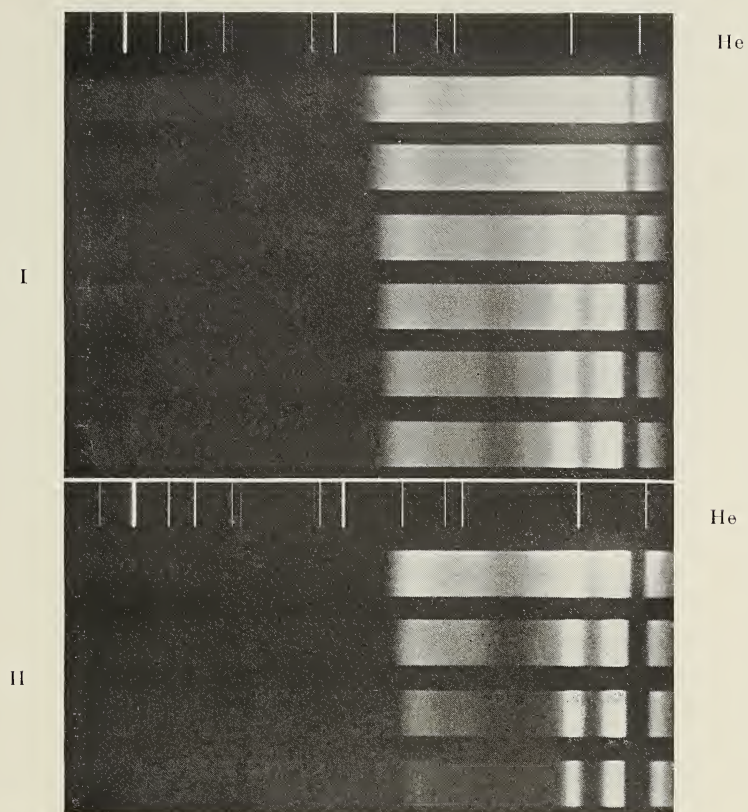




- I. Phyllogen aus Ahornblättern in Chloroform.  
 II. ditto stärkere Konzentration.  
 III. Phyllogen +  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  +  $\text{CO}_2$ .





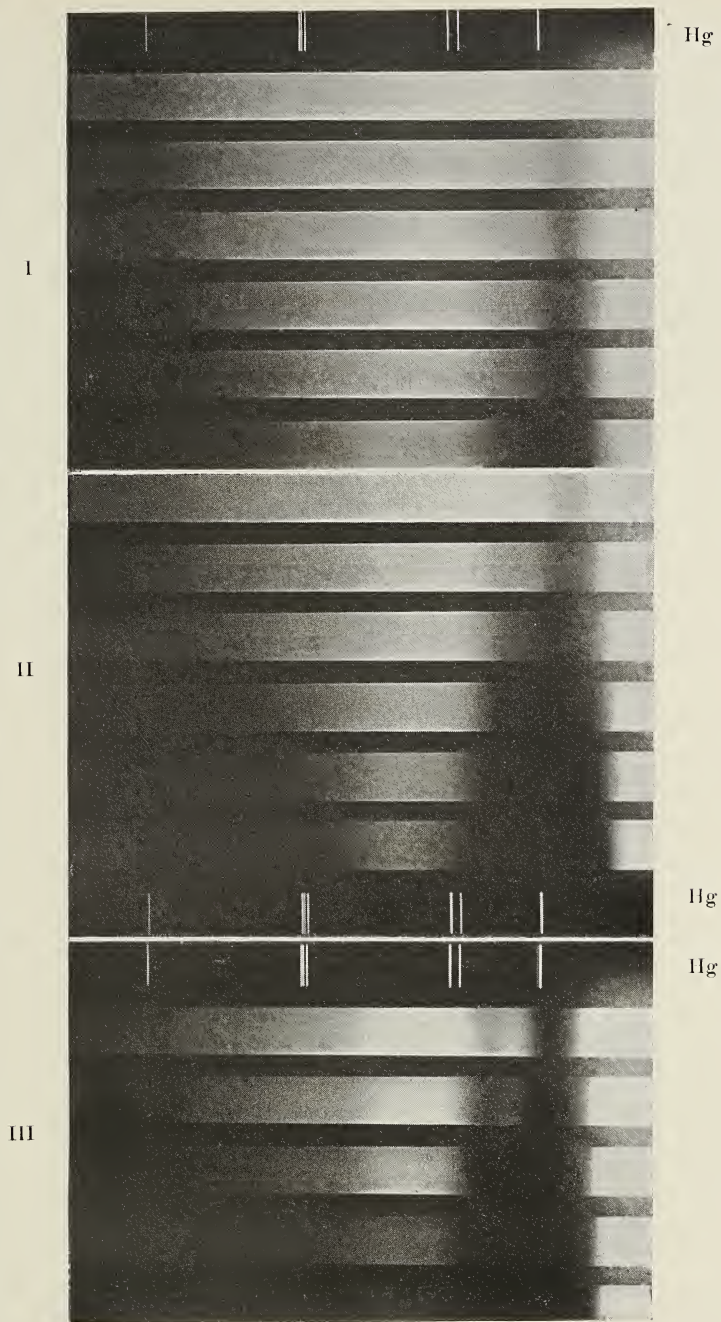


I. Phylloxanthin in Chloroform.  
II. ditto stärkere Konzentration.

*Lad. Hildt, L. Marchlewski et J. Robel.*







I. Phylloxanthin - Zinkazetat in Äther.  
II, ditto stärke Konzentration in Äther.  
III. Phylloxanthin in Chloroform.



während Phylloxanthin nur 3 zeigt, von denen die zwei weniger gebrochenen bereits von C. A. Schunck<sup>1)</sup> beobachtet wurden.

Die Fähigkeit, komplexe Salze mit Salzen schwerer Metalle zu bilden, besitzen beide Produkte in gleichem Maße. Es muß besonders betont werden, daß Phylloxanthin auch mit Zinkazetat eine komplexe Verbindung liefert. Sie verursacht, in ätherischer Lösung untersucht, zwei Bänder im stärker gebrochenen Spektrumteil (vergl. Tafel XII, I, II).

### Schlußwort.

Die vorliegende Arbeit liefert, wie wir glauben, nicht abzuweisende Gründe für die Behauptung, daß Chlorophyllan, Phäophytin und Phyllogen identische Substanzen sind. Die beiden letzterwähnten Körper, welche aus den Chlorophyllen durch Säureeinwirkung bei niedrigen Temperaturen erhalten werden, enthalten in der Regel kein Phyllocyanin bzw. kein Abbauprodukt der Chlorophylle, welches den ätherischen Lösungen von 15%-iger Salzsäure entzogen wird. Es gibt jedoch Phäophytine, bzw. Phyllogene, wie dasjenige der Akazienblätter, welche geringe Mengen solcher stärker basischen Produkte enthalten; es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß eine Säure von der genannten Konzentration auf die Phäophytine bzw. Phyllogene derartiger Pflanzen bereits zersetzend wirkt und zur Bildung des Phyllocyanins führt. Chlorophyllan wird bei höheren Temperaturen erhalten und kann demnach infolge der energischeren Wirkung der Pflanzensäuren Zersetzungsprodukte enthalten. Durch die Entdeckung solcher Phyllogene, welche bei Behandlung mit 15%-iger Salzsäure sich analog wie Chlorophyllan verhalten, wird der prinzipielle Unterschied zwischen beiden Körperreihen beseitigt, umso mehr da es gelang, ein genuines Chlorophyllan durch entsprechende Reinigung von dem stärker basischen Bestandteil zu befreien. In der Regel wird aber Phyllogen einheitlicher sein als Chlorophyllan. Da jedoch dem Phyllogen ebensowenig wie dem Phäophytin absolute Einheitlichkeit zugesprochen werden kann, so halten wir es für durchaus verfehlt, für die aus Chlorophyllen bei gelinder Säureeinwirkung entstehenden Produkte neue Namen einzuführen, da hierdurch, wie Kayser sehr richtig bemerkt, unnötige Konfusion verursacht wird. Auf der Bildfläche der Chlorophyllforschung tauch-

<sup>1)</sup> Proc. Roy. Soc., 63. 389 (1898).



ten die besprochenen Substanzen in folgender chronologischen Reihenfolge auf: Chlorophyllan, Phyllogen und Phäophytin, und wir glauben nur folgerichtig zu handeln, wenn wir vorschlagen, die beiden letzterwähnten Namen fallen zu lassen und nur den von Hoppe-Seyler ursprünglich vorgeschlagenen Namen „Chlorophyllan“ beizubehalten. Für die einheitlichen Säurederivate der beiden verbreitetsten Chlorophylle könnten dann die von Tswett bereits vorgeschlagenen Bezeichnungen: Chlorophyllan  $\alpha$  und Chlorophyllan  $\beta$  akzeptiert werden, oder, falls man sich entschliesst das phytolfreie Chlorophyll als Allochlorophyll<sup>1)</sup> zu bezeichnen, die Namen Chlorophyllan und Allochlorophyllan benutzt werden.

Endlich mag noch darauf speziell hingewiesen werden, daß auf Grund der vorliegenden Untersuchung die Lezithinkonzeption des Chlorophyllans endgültig fallen gelassen werden muß.

Krakau. Medizinisch-Chem. Laboratorium der Universität.

21. *O wpływie grup metylowych na własności farbiarskie barwików zasadowych trójsfenylmetanowych. — Recherches sur l'influence des groupes méthylés sur les propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane.* Mémoire de MM. JEAN BIELECKI et ALEXANDRE KOLENIEW, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

### I. Partie théorique.

On peut diviser les matières colorantes dérivées du triphénylméthane en trois groupes: le groupe du vert malachite et de la fuchsine qui comprend des combinaisons basiques; le groupe de l'aurine auquel appartiennent des combinaisons phénoliques, et le groupe des phtaléines dont les représentants contiennent simultanément des groupements hydroxylés phénoliques et des groupements carboxylés. Le premier de ces trois groupes renferme le plus grand nombre de représentants et, au point de vue pratique, il est le plus important. C'est dans ce groupe que l'on rencontre les verts, les bleus et les violets présentant le plus d'éclat. Ces colorants teignent

<sup>1)</sup> Siehe Marchlewski's zit. Monographie.

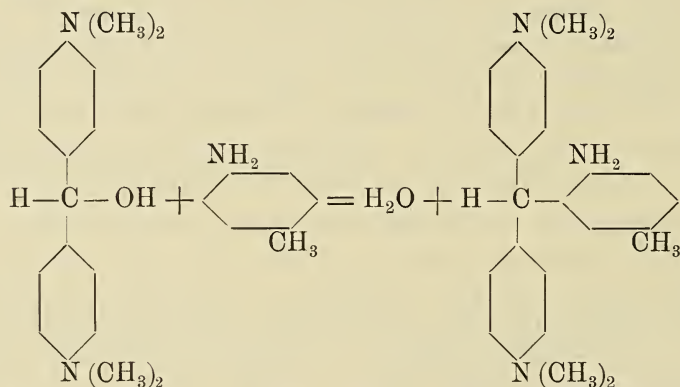
directement les fibres animales ainsi que le coton préalablement mordancé au tannin et à l'émétique dans un bain neutre ou faiblement acide.

Au point de vue de leur solidité aux alcalis, toutes ces couleurs laissent beaucoup à désirer. C'est pourquoi une observation de M. Sandmeyer est d'une grande importance et marque un notable progrès dans l'industrie des matières colorantes. Il a constaté notamment que les couleurs du groupe du bleu breveté deviennent plus résistantes aux alcalis et plus fortement bleues lorsqu'elles possèdent un groupement sulfoné dans la position ortho par rapport au carbone méthanique. Cette observation était contraire à ce qui était généralement admis autrefois, à savoir que le groupement hydroxylé dans la position méta par rapport au carbone méthanique aurait été la cause de la résistance envers les alcalis des couleurs du groupe du bleu breveté. Pendant les dernières années l'observation de M. Sandmeyer est devenue le point de départ de nombreuses recherches et synthèses dont le but principal était la préparation de nouveaux colorants aux éclats très vifs, s'égalisant uniformément, qui se fixeraient facilement sur les fibres et surtout qui seraient solides aux alcalis. Au fur et à mesure des recherches, on a trouvé que d'autres éléments et d'autres groupements tels que Cl, Br, NO<sub>2</sub>, OH, COOH, dans la position ortho par rapport au carbone méthanique, peuvent aussi augmenter la solidité aux alcalis des couleurs produites. Il paraît même que, placé en position ortho, le groupe méthyle doit produire une influence analogue.

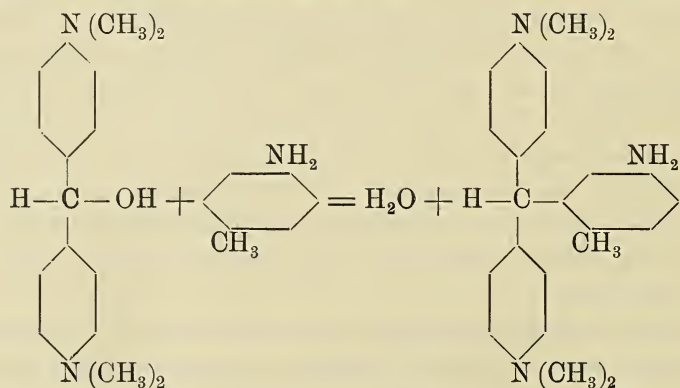
Comme le groupe CH<sub>3</sub> est tout à fait indifférent, il fallait admettre qu'une cause d'ordre stéréochimique affaiblit ou même empêche la transformation du type quinonique en carbinolique sous l'influence des alcalis. Des recherches systématiques à cet égard n'ont pas été faites jusqu'à présent. C'est pourquoi nous avons entrepris des recherches afin de constater si les groupements méthyles placés différemment par rapport au carbone méthanique exercent une influence sur la solidité aux alcalis des colorants basiques de la série de la rosaniline.

Comme méthode synthétique, nous avons choisi la condensation d'un hydrol avec 1 molécule d'amine, en employant comme amines les homologues de la diméthylaniline et en nous basant sur les importantes observations qui ont été faites sur la condensation de l'hydrol avec les amines.

A. Kern<sup>1)</sup> a trouvé que l'hydrol, en se condensant avec les amines primaires, secondaires ou tertiaires, entre dans la position para par rapport au groupement amidogène<sup>2)</sup>. E. Noelting et M. Polonowsky<sup>3)</sup> ont constaté que l'hydrol se condense aussi avec les amines para-substituées et que suivant la nature de l'agent de condensation employé, on obtient des leucobases isomères qui conduisent en conséquence à deux matières colorantes isomères; lorsqu'on effectue la condensation dans l'acide chlorhydrique dilué, l'hydrol se place dans la position ortho par rapport au groupement amidogène, p. ex.:



mais en employant un grand excès d'acide sulfurique concentré comme agent de condensation, l'hydrol entre dans la position méta par rapport au groupement amidogène:



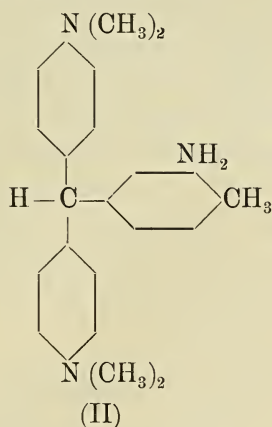
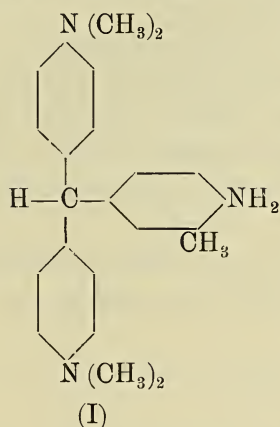
<sup>1)</sup> Brevet allemand 27032 (1883).

<sup>2)</sup> Ber. 24, 728.

<sup>3)</sup> Ber. 24, 3126 (1891) DRP. 54113 (Ber. 1891, 284 c).



Une régularité analogue s'observe lorsqu'on condense le tétraméthyl-p-diamido-benzhydrol avec l'ortho-toluidine: dans l'acide chlorhydrique, c'est le groupement  $\text{NH}_2$  qui dirige l'introduction de l'hydrol, et on obtient le produit (I) tandis que, dans l'acide sulfurique concentré qui protège le groupement amidogène, c'est le groupement  $\text{CH}_3$  qui oriente l'entrée de l'hydrol en le plaçant dans la position para par rapport au groupement méthyle (II)



Les matières colorantes obtenues par oxydation des leucobases se distinguent nettement les unes des autres, suivant le processus de leur formation: les leucobases produites par condensation dans l'acide chlorhydrique donnent des colorants bleu violet qui ont la nuance des dérivés de la fuchsine; par contre, des leucobases qui se produisent dans l'acide sulfurique on obtient des colorants ayant une nuance plus verdâtre ce qui indique leur parenté avec les matières colorantes du groupe du vert malachite.

## II. Partie expérimentale.

Des homologues diméthylés de l'aniline on ne trouve dans le commerce que la diméthyl-ortho-toluidine. Nous étions donc obligés de préparer d'abord toutes les autres toluidines et xylidines diméthylées. Au lieu d'employer l'iodure de méthyle comme agent de méthylation, nous avons choisi la méthode de préparation de ces corps au moyen du sulfate méthylique ce qui nous a donné l'occasion de faire quelques observations nouvelles.

### Diméthyl-méta-toluidine.

On met 1 mol. (40 gr.) de *m*-toluidine fraîchement distillée (p. d'ébul. 199° C) dans un ballon, on y ajoute, par petites portions, en remuant constamment, 1 $\frac{1}{4}$  mol. (61 gr.) de sulfate méthylique et on chauffe le tout pendant trois heures au bain d'huile à 150° C. On obtient ainsi une masse sirupeuse que l'on traite par une solution de carbonate de soude à 5%, et, pour compléter la neutralisation, on la chauffe encore un peu au bain-marie.

On sépare ensuite au moyen d'un entonnoir à robinet la partie huileuse d'avec l'eau, on la soumet à une distillation par la vapeur d'eau et on extrait la base à l'éther. Après plusieurs distillations fractionnées, on obtient un liquide huileux jaunâtre qui bout à 206°—207° C. Le rendement est de 25 gr., soit environ 50% de la quantité théoriquement prévue.

(D'après Wurster et Riedel<sup>1)</sup> qui ont obtenu la même base en chauffant la *m*-toluidine avec de l'iodure de méthyle, elle bout à 205°—215° C).

0.3269 gr. de substance ont donné 29.8 cc. N à 22°5 C et à la pression atmosph. de 751.9 mm.

Calculé pour C <sub>9</sub> H <sub>13</sub> N . . . .	10.39% N
Trouvé . . . . .	10.22% N

Lorsqu'on emploie un excès de sulfate méthylique le rendement en diméthyl-*m*-toluidine devient très petit.

### Diméthyl-para-toluidine.

On dissout 1 mol. (10 gr.) de *p*-toluidine dans 40 cc. de benzène en y ajoutant 1 mol. (12.6 gr.) de sulfate méthylique. Le tout est chauffé avec reflux au bain-marie pendant 6 heures. Il se forme deux couches claires dont l'inférieure qui contient le produit de la réaction est neutralisée avec une solution à 5% de carbonate de soude, et la base est alors extraite au moyen de l'éther. Après avoir chassé l'éther, le résidu est soumis à une distillation fractionnée. On obtient ainsi un liquide huileux incolore qui bout à 201°—203° C (d'après Thomsen<sup>2)</sup> à 208°). Le rendement est de 7 gr., soit de 55%.

<sup>1)</sup> Ber. 12, 1797.

<sup>2)</sup> Ber. 10, 1586.

### Diméthyl-1-2-4-xylylidine [ $\text{CH}_3 : \text{CH}_3 : \text{N} (\text{CH}_3)_2$ ].

Nous avons dissous 10 gr. de 1. 2. 4-xylylidine dans 40 cc. de toluène auxquels nous avons ajouté 14 gr. de sulfate méthylique, et nous avons chauffé le tout au bain-marie pendant 3 heures. Ainsi nous avons obtenu deux couches de liquide que nous avons séparées dans un entonnoir à robinet. La partie inférieure est traitée par une solution à 5% de carbonate de soude et chauffée. L'huile ainsi obtenue est soumise à une distillation à la vapeur d'eau, et la base est ensuite extraite au moyen de l'éther et rectifiée. Le produit final est un liquide huileux, jaunâtre qui bout à 225°—227° C (d'après E. Fischer et Windhaus<sup>1)</sup> à 232°). Le rendement est de 5.5 gr., soit de 45%. L'analyse du produit redistillé (p. d'éb. 225°—227° C) a donné les résultats suivants:

0.2138 gr. de substance ont donné:

18.6 cc. N à 26° C et à la pression de 741.65 mm.

Calculé pour  $\text{C}_{10} \text{H}_{15} \text{N}$  . . . . 9.41% N

Trouvé . . . . . 9.49% N

### Diméthyl-1. 3. 4-xylylidine [ $\text{CH}_3 : \text{CH}_3 : \text{N} (\text{CH}_3)_2$ ].

40 gr. de 1. 3. 4-xylylidine (de Kahlbaum) et 43 gr. de sulfate méthylique sont chauffés pendant une heure au bain d'huile à 200° C. Le produit de la réaction est traité comme les toluidines diméthylées.

Après plusieurs distillations fractionnées on obtient la base sous forme d'une huile presque incolore qui bout à 203°—205° C (d'après A. W. Hoffmann à 203°<sup>2)</sup>; d'après Baur et Städel à 203°—205°<sup>3)</sup>; d'après E. Fischer et Windhaus à 203°<sup>4)</sup>; d'après Riegler<sup>5)</sup> à 203°—205°). Le rendement est de 37 gr., soit de 66%.

### Diméthyl-1. 4. 5-xylylidine [ $\text{CH}_3 : \text{CH}_3 : \text{N} (\text{CH}_3)_2$ ].

Essai I. En chauffant 1 mol. (40 gr.) de 1. 4. 5-xylylidine et 3 mol. (130 gr.) de sulfate méthylique pendant 9 heures au bain d'huile à 150°—180° C, on obtient, après refroidissement, une masse pâteuse qu'on neutralise avec une solution à 10% de carbonate de soude et

<sup>1)</sup> Ber. 33, 350.

<sup>2)</sup> Ber. 5, 714.

<sup>3)</sup> Ber. 16, 32.

<sup>4)</sup> Ber. 33, 349.

<sup>5)</sup> Inaug.-Diss., Basel, 1892, p. 37.



qu'on chauffe au bain-marie pour compléter la réaction. On extrait l'huile obtenue à l'éther. La solution étherée est séchée sur du carbonate de potassium, puis soumise à la distillation. Après avoir chassé l'éther, et lorsqu'il est passé environ  $1\frac{1}{2}$  cc. de liquide, on observe le dégagement d'anhydride sulfureux vers  $191^{\circ}\text{C}$ , tandis que la masse qui reste dans le ballon devient solide et jaunâtre. On la dissout dans de l'eau chaude et, par refroidissement, on obtient de fines aiguilles qui sont lavées à l'alcool et à l'éther et recristallisées dans l'eau. On obtient ainsi des aiguilles blanches, fines, soyeuses, facilement solubles dans l'eau chaude et difficilement solubles dans l'eau froide, qui chauffées commencent à se décomposer à  $278^{\circ}\text{C}$ . Le rendement est de 11 gr.

L'analyse de ce produit desséché à  $130^{\circ}\text{C}$  a donné les résultats suivants:

- I. 0.1880 gr. de substance ont donné 0.4393 gr.  $\text{CO}_2$  et 0.152 gr.  $\text{H}_2\text{O}$
  - II. 0.2302 gr. — 0.4631 gr.  $\text{CO}_2$  et 0.1555 gr.  $\text{H}_2\text{O}$
  - III. 0.1740 gr. — 10.2 cc. N à  $20^{\circ}\text{C}$  et à la press. de 749.05 mm.
  - IV. 0.1685 gr. — 10 cc. N à  $20^{\circ}\text{C}$  et à la press. de 740.8 mm.
  - V. 0.1880 gr. — 0.2006 gr. de  $\text{BaSO}_4$
- ce qui nous donne pour cent:

	I	II	III	IV	V	moyenne
C	54.34%	54.39%				54.37%
H	7.73%	7.57%				7.65%
N			6.65%	6.65%		6.65%
S					14.42%	14.42%

Nous n'avons pas poursuivi l'étude approfondie de ce corps, mais, d'après les résultats fournis par les analyses ci-dessus indiquées, nous croyons pouvoir en donner la formule brute que voici:  $(\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NSO}_2)_n$ .

Essai II. On chauffe 40 gr. (1 mol.) de 1. 4. 5-xylidine et 54 gr. (environ 1 mol.  $\frac{1}{4}$ ) de sulfate méthylique pendant une heure au bain d'huile à  $145^{\circ}\text{C}$ . En soumettant le produit de la réaction à une distillation fractionnée on obtient: 1) 27 gr. entre  $200^{\circ}$  et  $215^{\circ}$  et 2) 3 gr. entre  $215^{\circ}$  et  $220^{\circ}\text{C}$ . La première fraction fut redistillée, et c'est seulement la partie qui passe à  $205^{\circ}$  qui fut analysée. (D'après Riegler<sup>1)</sup>, la diméthyl-1. 4. 5-oxylidine qu'il a obtenue

<sup>1)</sup> Ch. Riegler, Inaug-Diss., Basel, 1892 p. 38—39.

en chauffant en autoclave, pendant 6 heures, la xylidine avec l'iode de méthyle et l'alcool méthylique, bout à 201°5 C). 0·2192 gr. de substance ont donné 18·5 cc. N à 21° C et à la pression de 752 mm.

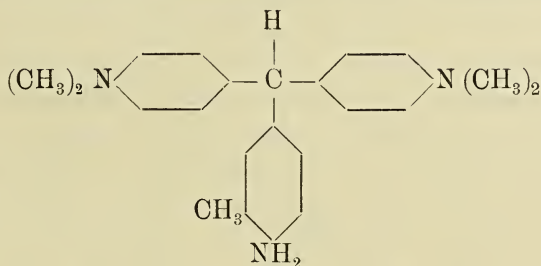
Calculé pour $C_{10}H_{15}N$ . . . .	9·41% N
Trouvé . . . . .	9·55% N

### Tétra-méthyl-diamido-benzhydrol.

Parmi les différentes méthodes<sup>1)</sup> employées pour la préparation de ce corps, la méthode suivante nous a donné le rendement quantitatif: 50 gr. de cétone de Michler sont mélangés dans un grand ballon avec 3 litres d'alcool à 96° et chauffés au bain-marie jusqu'à l'ébullition. A ce moment, on introduit par portions 350 gr. d'amalgame de sodium à 3% en continuant à chauffer avec réfrigérant à reflux pendant 3—4 heures. On filtre rapidement pour séparer le mercure, ainsi que la substance non dissoute, et on verse dans l'eau. Par refroidissement, l'hydrol s'obtient sous forme de cristaux blancs complètement purs qui filtrés, lavés et séchés présentent le point de fusion de 96°. Le produit s'oxydant assez rapidement à l'air, il doit être conservé dans des flacons bien bouchés.

### Leucobases et colorants

#### 4<sup>1</sup>. 4<sup>2</sup>-Di[diméthylamido]-4<sup>3</sup>-amido-5<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane.



Le mélange de 5 gr. d'hydrol dissous dans 9 gr. d'acide chlorhydrique (p. sp. 1·175) et 28 gr. d'eau et de 5 gr. d'*o*-toluidine fraîchement distillée est chauffé pendant 2 heures au bain-marie.

<sup>1)</sup> Ber. 9, 1900. D. R. P. 79250.

Ber. 22, 1879. P. Gerlinger, Inaug. Diss., Zürich 1904, p. 27. G. Schultz, Die Chemie d. Steinkohlentheers p. 239.

Au bout de ce temps, la réaction caractéristique de l'hydrol<sup>1)</sup> fait défaut. On verse alors le contenu du ballon dans 200 cc. d'eau additionnée de glace et l'on alcalinise au moyen d'ammoniaque refroidie. Après décantation, le produit qui s'est déposé est lavé à l'eau, puis traité par la vapeur d'eau pour chasser l'excès d'o-toluidine. La leucobase est ensuite dissoute dans de l'ac. chlorhydrique dilué additionné d'un peu de poudre de zinc, puis précipitée par l'ammoniaque, filtrée, lavée, séchée et plusieurs fois recristallisée dans l'alcool méthylique. Point de fusion: 184° C. La leucobase ainsi formée s'oxyde facilement à l'air et se colore en violet. Le rendement est de 3.15 gr., soit de 45%. Elle se laisse diazoter. L'analyse du produit a fourni les résultats suivants:

0.1192 gr. de substance ont donné 13 cc. N à 19° C et à la pression de 719.1 mm.

Calculé pour $C_{24}H_{29}N_3$	11.72% N.
Trouvé	11.86% N.

Par oxydation au moyen du chloranile on obtient un colorant qui teint en bleu violet le coton préalablement mordancé au tannin.

Le groupement  $NH_2$  peut se trouver seulement dans les positions ortho ou para par rapport au carbone fondamental. Si le groupement amidogène se trouve en position para, la formation de toluquinone doit y avoir lieu, par oxydation de la molécule au moyen du bichromate de sodium. Pour déterminer la position de ce groupement, nous avons fait l'essai suivant:

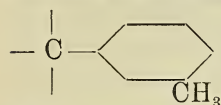
Nous avons dissous 3 gr. de leucobase dans un mélange de 25 gr. d'acide sulfurique concentré et de 70 gr. d'eau, puis nous avons ajouté à cette solution 4 cc. d'une solution de bichromate de sodium (4 gr.: 12 cc.), en la laissant tomber goutte à goutte et en remuant constamment le mélange, à une température ne dépassant pas 5°. Le mélange fut agité encore pendant 2 heures et laissé ensuite au repos pendant deux jours. Alors nous avons ajouté les 8 cc. de bichromate de sodium qui restaient, en prenant les mêmes précautions qu'auparavant et en laissant encore reposer le mélange quelques heures avant de faire l'extraction par l'éther. La solution étherée fut filtrée, l'éther chassé par distillation, et le produit restant traité

<sup>1)</sup> Une portion prélevée sur la masse en réaction est neutralisée par l'ammoniaque, puis additionnée d'acide acétique glacial. S'il y a de l'hydrol libre, il se produit une coloration bleue.



par la vapeur d'eau. Nous avons obtenu de cette façon un distillat jaunâtre présentant une odeur très forte caractéristique de la quinone.

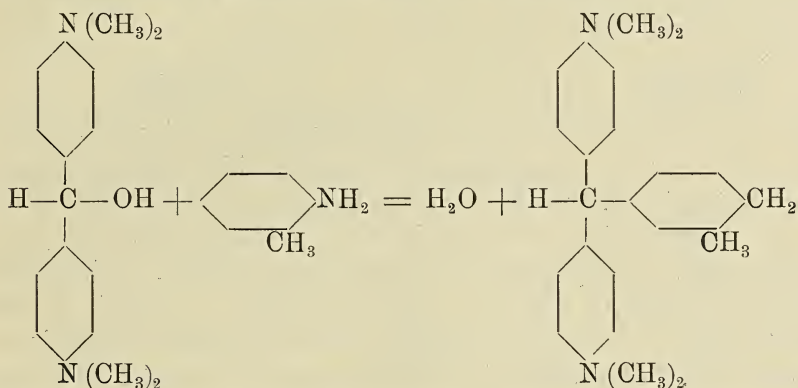
Nous avons aussi diazoté la leucobase et chauffé la solution diazotée avec du chlorure stanneux pour obtenir le produit connu



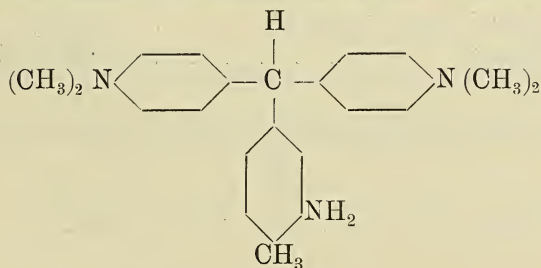
mais il nous a été impossible d'obtenir ce pro-

duit à l'état pur.

La condensation au moyen de l'acide chlorhydrique ayant lieu en position para par rapport au groupement amidogène, la formule de constitution du produit est donc la suivante:

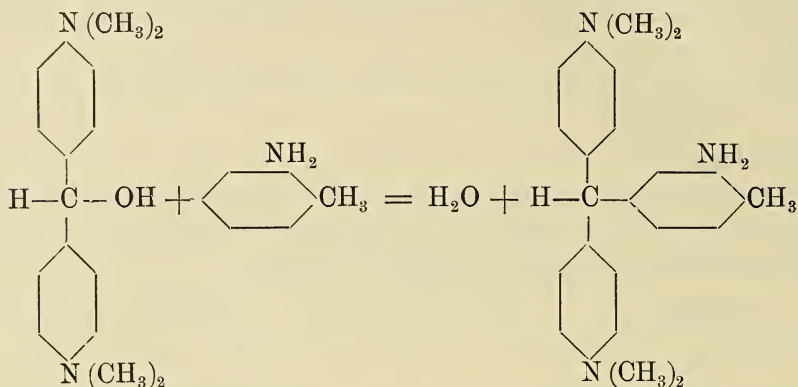


#### 4<sup>1</sup>. 4<sup>2</sup>-Di[diméthylamido]-3<sup>3</sup>-amido-4<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane.



On dissout 5 gr. d'hydrol dans 50 gr. d'ac. sulfurique concentré et on ajoute à la solution 3 gr. d'o-toluidine. Le mélange est chauffé pendant 2 heures à 50°—60° au bain-marie. Au bout de ce temps la réaction de l'hydrol fait défaut. Le produit de la réaction est alors versé dans un litre d'eau et de glace et rendu alcalin au moyen d'une solution à 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> de NaOH. Le précipité formé est filtré,

lavé à l'eau, séché, recristallisé dans l'alcool méthylique. On obtient ainsi des cristaux fusibles à 146°. Le rendement est de 50%. La condensation a lieu d'après l'équation suivante:

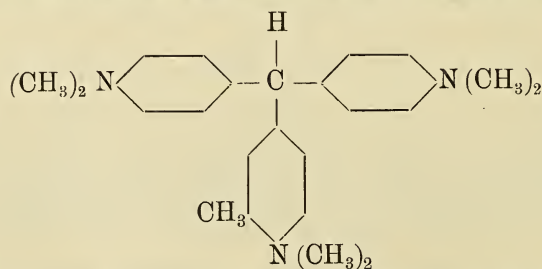


En oxydant la leucobase au moyen du chloranile, on obtient un colorant d'un beau vert pur, ce qui concorde avec la position méta du groupement amidogène. En position para le colorant a une nuance bleu violet.

La détermination de la constitution par remplacement du groupement  $\text{NH}_2$  par l'hydrogène ne donne aucun résultat. La leucobase se laisse facilement diazoter, mais en chauffant le produit de diazotation avec du chlorure stanneux, il est impossible d'obtenir un produit pur. Les résultats de l'analyse sont les suivants: 0.1218 gr. de 4<sup>1</sup>.4<sup>2</sup>-di[diméthylamido]-3<sup>3</sup>-amido-4<sup>3</sup>-méthyl-triphenylméthane ont donné: 13 cc. N à 20° C et à la pression de 718.6 mm.

Calculé pour  $\text{C}_{24}\text{H}_{29}\text{N}_3$  . . . 11.72% N  
 Trouvé . . . . . 11.59% N

#### 4<sup>1</sup>.4<sup>2</sup>.4<sup>3</sup>-Tri[diméthylamido]-5<sup>3</sup>-méthyl-triphenylméthane.



On dissout 10 gr. d'hydrol dans un mélange de 18 gr. d'HCl (p. sp. 1.175) et de 55 gr. d'eau. On ajoute à cette solution 10 gr.

de diméthyl-*o*-toluidine (de la maison Kahlbaum de Berlin) qui bout à 182° C. Le mélange est chauffé pendant 6 heures au bain-marie. On verse le contenu du ballon dans 400 cc. d'eau qui est rendue alcaline au moyen d'une solution de soude caustique à 10%. On distille ensuite à la vapeur d'eau pour chasser l'excès de diméthyl-*o*-toluidine et on dissout la leucobase qui reste dans l'ac. chlorhydrique à 8% pour la précipiter au moyen de l'ammoniaque. On obtient de cette façon une masse résineuse grise que l'on traite encore une fois par la vapeur d'eau. Après refroidissement, on dissout la leucobase dans l'ac. chlorhydrique dilué, on y ajoute un peu de poudre de zinc, on filtre et on précipite à nouveau par l'ammoniaque. Cette dernière opération est répétée plusieurs fois. Ensuite, la base est extraite à l'éther, séchée sur du carbonate de potasse et laissée cristalliser par évaporation. On obtient ainsi une poudre légèrement jaunâtre, finement cristallisée, fusible à 144° C. Le rendement est de 2 gr., soit de 14%.

Les résultats de l'analyse sont les suivants:

I 0.0989 gr. de substance ont donné 9.6 cc. N à 10° C et à la press. atmosph. de 711.8 mm.

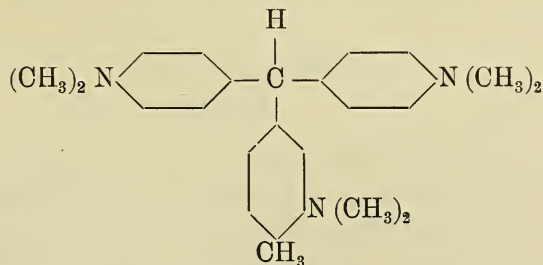
II 0.1191 gr. de substance ont donné 0.3512 gr. CO<sub>2</sub> et 0.0957 gr. H<sub>2</sub>O.

Calculé pour C<sub>26</sub> H<sub>33</sub> N<sub>3</sub> : 10.87% N, 80.54% C, 8.59% H

Trouvé . . . . . 10.89% N, 80.43% C, 8.93% H

Par oxydation de la leucobase au moyen du chloranile en solution alcoolique, on obtient un colorant bleu violet vif.

#### 4<sup>1</sup>. 4<sup>2</sup>. 3<sup>4</sup>-Tri[diméthylamido]-4<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane.



On dissout 10 gr. d'hydrol dans 100 gr. d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, auxquels sont ajoutés 5.5 gr. de diméthyl-*o*-toluidine. On chauffe pendant 5 heures au bain-marie à une température de 50° C. Au bout



de ce temps, la réaction de l'hydrol ne s'obtient plus. Le contenu du ballon est alors versé dans un mélange d'eau et de glace, environ 2 litres, et rendu alcalin au moyen d'ammoniaque. La base ainsi précipitée est filtrée, lavée soigneusement à l'eau et dissoute dans de l'ac. chlorhydrique à 8%; on y ajoute de la poudre de zinc pour enlever par réduction les traces de colorant qui se serait formé, puis on la reprécipite par l'ammoniaque et recristallise plusieurs fois dans l'alcool méthylique. On obtient ainsi une poudre finement cristallisée qui fond à 113° C. Le rendement est de 5 gr. soit de 36.4%.

0.1092 gr. de substance ont donné 10.4 cc. N à 10° C et à la press. atmosph. de 712.4 mm.

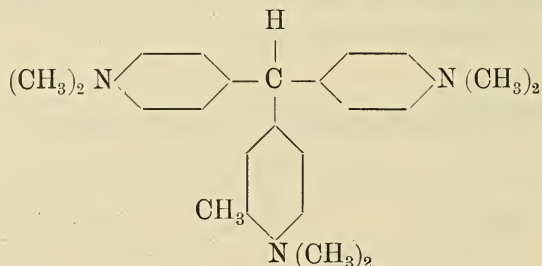
0.1027 gr. de substance ont donné 0.3037 gr. CO<sub>2</sub> et 0.0804 gr. H<sub>2</sub>O.

Calculé pour C<sub>26</sub>H<sub>33</sub>N<sub>3</sub>; 10.87% N, 80.54% C, 8.59% H

Trouvé . . . . . 10.71% N, 80.66% C, 8.70% H

Par oxydation de la leucobase au moyen du chloranile en solution alcoolique, on obtient un colorant qui teint en vert jaunâtre le coton préalablement mordancé au tannin, tandis que le produit de condensation de l'hydrol avec l'*o*-toluidine simple, non diméthylée, fournit par oxydation un vert franc.

#### 4<sup>1</sup>. 4<sup>2</sup>. 4<sup>3</sup>-Tri[diméthylamido]-6<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane.



Ce corps s'obtient par condensation de la diméthyl-méta-toluidine avec l'hydrol aussi bien en présence de l'ac. chlorhydrique qu'en présence de l'acide sulfurique. Voici les essais correspondants:

A) On dissout 10 gr. d'hydrol dans un mélange formé de 18 gr. de HCl (p. sp. 1.175) et de 55 gr. d'eau, on y ajoute par petites quantités 11 gr. de diméthyl-*m*-toluidine. Après avoir chauffé pendant 10 1/2 heures au bain-marie, la réaction est terminée. On verse

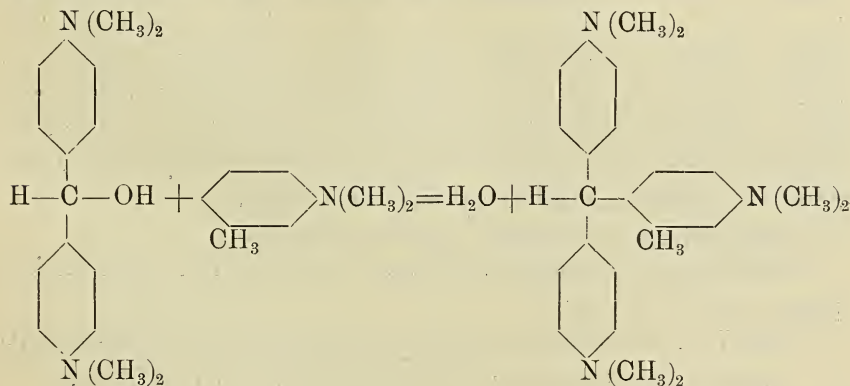
le contenu du ballon dans deux litres d'eau et on obtient un précipité bleuâtre<sup>1)</sup> que l'on filtre.

La solution filtrée est rendue alcaline par l'ammoniaque et l'excès de diméthyl-*m*-toluidine est chassé par la vapeur d'eau. Après refroidissement, on dissout la leucobase formée dans de l'acide chlorhydrique, on la reprécipite par l'ammoniaque et ensuite on l'extrait à l'éther. L'éther étant évaporé, le produit restant est cristallisé plusieurs fois dans l'alcool méthylique. On obtient ainsi de petits prismes fusibles à 118° C. Le rendement est de 1.6 gr., soit de 11.2%.

Par oxydation de la leucobase au moyen du chloranile en solution alcoolique, il se produit un colorant bleu violet.

B) On dissout 10 gr. d'hydrol dans 100 gr. d'ac. sulfurique à 100% et on ajoute 6 gr. de diméthyl-*m*-toluidine (théoriquement il n'en faudrait que 4.5 gr.). En chauffant sans interruption au bain-marie, la réaction est terminée en quelques heures. Le tout est versé dans 2 litres d'eau et traité ensuite comme il a été indiqué déjà pour le produit de condensation de l'hydrol avec la diméthyl-*m*-toluidine en présence de l'ac. chlorhydrique. Le produit final se présente sous forme de petits prismes incolores, fusibles à 118° C. Par oxydation au moyen du chloranile en solution alcoolique, on obtient un colorant bleu violet.

La condensation de l'hydrol avec la diméthyl-*m*-toluidine, aussi bien dans l'acide chlorhydrique qu'en présence de l'acide sulfurique, conduit au même produit, savoir:



<sup>1)</sup> Le précipité bleuâtre dont il est question fond à 174° C et par réduction avec l'amalgame de sodium en sol. alcoolique on obtient un produit fusible à 96° C qui donne avec l'ac. acétique glacial la réaction caractéristique de l'hydrol. Le

Les deux produits obtenus sont identiques: ils ont la même forme cristalline, le même point de fusion; au surplus, un mélange des deux corps présente également le même point de fusion que les composants. Les colorants respectifs ont la même nuance.

Les résultats de l'analyse du mélange des deux leucobases sont les suivants:

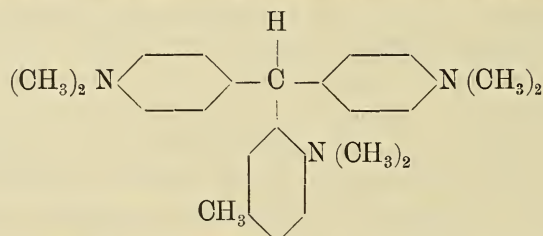
0.1102 gr. de substance ont donné 10.8 cc. N à 14° C et à la press. atmosph. de 711, 1 mm.

0.1016 gr. de substance ont donné 0.2998 gr. CO<sub>2</sub> et 0.0790 gr. H<sub>2</sub>O.

Calculé pour C<sub>26</sub>H<sub>33</sub>N<sub>3</sub> 10.87% N, 80.54% C, 8.59% H

Trouvé . . . . . 10.67% N, 80.48% C, 8.67% H

41. 4<sup>2</sup>. 2<sup>3</sup>-Tri[diméthylamidol]-5<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane.



On dissout 10 gr. d'hydrol dans un mélange formé de 18 gr. de HCl, de densité 1.175, et de 55 gr. d'eau; on ajoute à cette solution peu à peu 11 gr. de diméthyl-*p*-toluidine et on chauffe pendant 18 heures au bain-marie. Le traitement qui suit est analogue à celui qui était employé pour les autres toluidines diméthylées. Le résidu jaunâtre est cristallisé dans l'alcool méthylique auquel on a ajouté un peu de noir animal. Par refroidissement, on obtient des flocons légèrement jaunâtres qui fondent à 107° C. La nuance du colorant obtenu par oxydation de la leucobase au moyen du chloranile en solution alcoolique est d'un bleu violet.

Les résultats de l'analyse sont les suivants:

0.1000 gr. de substance ont donné 9.4 cc. de N à 11° C et à la press. atm. de 711 mm.

0.1007 gr. de substance ont donné 0.2970 gr. CO<sub>2</sub> et 0.805 gr. H<sub>2</sub>O

Calculé pour C<sub>26</sub>H<sub>33</sub>N<sub>3</sub>: 10.87% N, 80.57% C et 8.59% H

Trouvé . . . . . 10.51% N, 80.44% C et 8.88% H

précipité bleuâtre n'est donc autre chose que la cétone de Michler. La présence de cette cétone a été également constatée dans les autres condensations.

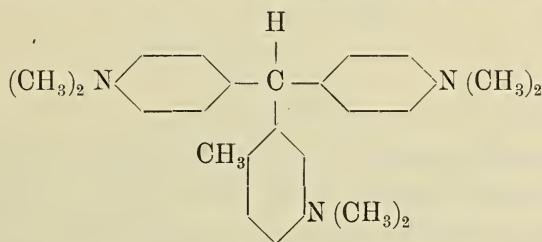


Les amines substituées en position para se laissent facilement condenser avec l'hydrol et, suivant le mode de condensation, en position ortho ou en position méta par rapport au groupement amidogène. Les dérivés ortho se forment lorsqu'on opère dans l'ac. chlorhydrique; les dérivés méta, par contre, se forment dans l'ac. sulfurique employé en excès. La constitution de la leucobase obtenue au moyen de la *p*-toluidine a été déterminée par Nölting<sup>1)</sup> qui l'a transformée par diazotation en oxytétraméthyl-diamido-diphényltolylméthane, corps identique au produit de condensation de l'aldéhyde homosali-

cyclique  $\text{C}_6\text{H}_3$  —  $\begin{matrix} \text{COH (1)} \\ \text{— OH (2)} \\ \text{CH}_3 \text{ (5)} \end{matrix}$  et de la diméthylaniline<sup>2)</sup>. Par conséquent,

pour le produit de condensation de l'hydrol et de la diméthyl-*p*-toluidine, il faut admettre une constitution semblable à celle du 4<sup>1</sup>.4<sup>2</sup>-di[diméthylamido]-2<sup>3</sup>-amido-5<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane.

#### 4<sup>1</sup>.4<sup>2</sup>.3<sup>3</sup>-Tri[diméthylamido]-6<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane.



10 gr. d'hydrol sont dissous dans 100 gr. d'ac. sulfurique à 100% et additionnés de 7 gr. de diméthyl-*p*-toluidine (la quantité théorique est de 4·5 gr.). Après avoir chauffé pendant 2 heures au bain-marie à une température de 50° C., la réaction est terminée. Le produit de la réaction est soumis au traitement habituel, et la base obtenue est cristallisée dans l'alcool méthylique et recristallisée dans l'éther. On obtient ainsi des prismes blancs qui fondent à 113° C.

Le rendement est de 3 gr., soit de 21%:

0·0966 gr. de substance ont donné 9·2 cc. de N à 9·5° C et à la press. atm. de 713·4 mm.

0·1020 gr. de substance ont donné 0·3017 gr. CO<sub>2</sub> et 0·0782 gr. H<sub>2</sub>O

<sup>1)</sup> Ber. **24**, 3126.

<sup>2)</sup> Ber. **11**, 773.

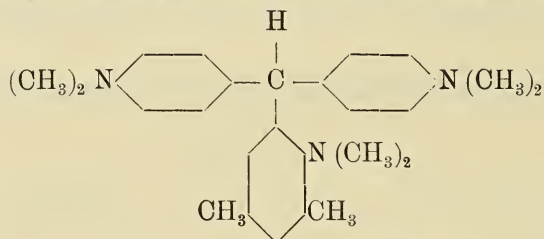
Calculé pour  $C_{26}H_{33}N_3$ : 10·87% N, 80·54% C et 8·59% H  
 Trouvé . . . . . 10·75% N, 80·59% C et 8·52% H

Cette leucobase a été aussi obtenue par E. Nölting<sup>1)</sup> en partant du 4<sup>1</sup>.4<sup>2</sup>-di[diméthylamido]-3<sup>3</sup>-amido-6<sup>3</sup>-méthyl-triphénylméthane qu'il a diméthylé au moyen de l'iodure de méthyle; il obtient ainsi des feuillets blanchâtres fusibles à 100° C environ. La nuance du colorant produit par oxydation est d'un vert bleu.

Le colorant obtenu par nous au moyen du chloranile en solution alcoolique est de même couleur que celui de E. Nölting et celui de la maison Cassella<sup>2)</sup>.

Ceux-ci ont préparé la leucobase de la manière que nous avons indiquée.

#### 4<sup>1</sup>.4<sup>2</sup>.2<sup>3</sup>-Tri[diméthylamido]-3<sup>3</sup>.5<sup>3</sup>-diméthyl-triphénylméthane.



On dissout 5 gr. d'hydrol dans un mélange de 9 gr. d'ac. chlorhydrique (p. sp. 1.175) et de 25 gr. d'eau et on ajoute 6 gr. de 1.3.4-diméthyl-xylidine (soit donc environ 3 fois la quantité théorique). Après avoir chauffé pendant 20 heures au bain-marie la réaction est terminée. On verse le contenu du ballon dans 200 cc. d'eau et on l'alcalinise avec de l'ammoniaque. On distille à la vapeur d'eau pour enlever l'excès de diméthyl-xylidine et, après refroidissement, on dissout la base dans l'ac. chlorhydrique à 8% en ayant soin de réduire par de la poudre de zinc le colorant qui s'est formé. On filtre et on précipite la base par l'ammoniaque, puis immédiatement on l'extrait à l'éther. La solution étherée est séchée sur du carbonate de potassium. La leucobase ne cristallise pas par évaporation de l'éther. On évapore donc à sec et dissout la masse jaunâtre ainsi obtenue dans l'alcool méthylique. Par refroidissement

<sup>1)</sup> Ber. 24, 3139.

<sup>2)</sup> D. R. P. 149332; Chem. Centrbl. 1904, I, 770.

de cette solution, on obtient des flocons jaunâtres fusibles à 115° C. Le rendement est de 0·8 gr., soit de 10%.

Par oxydation de la leucobase au moyen du chloranile en solution alcoolique, on obtient une couleur bleue.

Les résultats fournis par l'analyse sont les suivants:

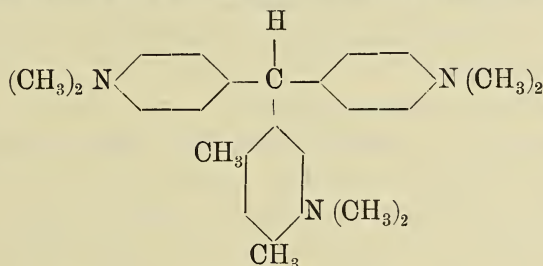
0·1014 gr. de substance ont donné 9·6 cc. de N à 10° C et à la pression de 713·6 mm.

0·0938 gr. de substance ont donné 0·2784 gr. CO<sub>2</sub> et 0·0777 gr. H<sub>2</sub>O

Calculé pour C<sub>27</sub>H<sub>35</sub>N<sub>3</sub>: 10·49% N, 80·72% C, 8·79% H

Trouvé . . . . . 10·55% N, 80·95% C, 8·85% H

**41. 4<sup>2</sup>. 3<sup>3</sup>. Tri[diméthylamidol]-4<sup>3</sup>. 6<sup>3</sup>. diméthyl-triphénylméthane.**



On dissout 10 gr. d'hydrol dans 100 gr. d'ac. sulfurique à 100% et on ajoute à la solution 6 gr. de 1. 3. 4-diméthyl-xylylidine; après avoir chauffé une heure à 50° C, la réaction caractéristique de l'hydrol ne se produit plus.

Le produit de la réaction est alors versé dans deux litres d'eau, alcalinisée par l'ammoniaque, puis extrait à l'éther, et la solution étherée est séchée sur du carbonate de potassium. En laissant évaporer la solution séchée dans l'exsiccateur on obtient de beaux prismes qui fondent à 135° C.

La nuance du colorant obtenu par oxydation de la leucobase au moyen du chloranile en solution alcoolique est d'un bleu vert, un peu plus vive que celle du produit de condensation avec la diméthyl-*p*-toluidine.

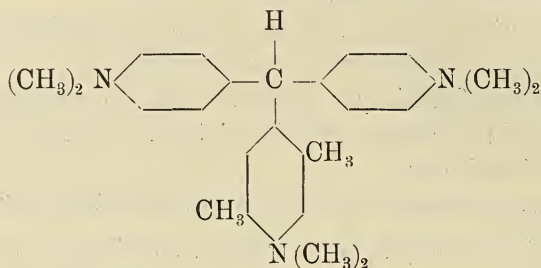
0·1128 gr. de substance ont donné 10·6 cc. de N à 15° C et à la press. atm. de 710·6 mm.

0·0947 gr. de substance ont donné 0·2808 gr. CO<sub>2</sub> et 0·0754 gr. H<sub>2</sub>O.

Calculé pour C<sub>27</sub>H<sub>35</sub>N<sub>3</sub>: 10·49% N, 80·72% C, 8·79% H

Trouvé . . . . . 10·32% N, 80·87% C, 8·85% H



4<sup>1</sup>. 4<sup>2</sup>. 4<sup>3</sup>. Tri[*diméthylamido*]-2<sup>3</sup>. 5<sup>3</sup>. *diméthyl-triphénylméthane*.

Ce corps s'obtient par la condensation de l'hydrol avec la 1.4.5-diméthyl-xylidine en solution chlorhydrique aussi bien qu'en solution sulfurique. La condensation a lieu en position para par rapport au groupement amidogène comme il a été déjà dit pour la diméthyl-*m*-toluidine.

Voici les essais correspondants:

I Condensation en présence de l'acide chlorhydrique. On dissout 10 gr. d'hydrol dans un mélange de 18 gr. d'ac. chlorhydrique (de dens. 1.175) et de 50 cc. d'eau et on ajoute environ le double de la quantité théorique (5.8 gr.) de 1.4.5-diméthyl-xylidine, soit 10 gr. Il suffit de chauffer pendant 3 heures au bain-marie pour que la réaction soit terminée. Le produit de la réaction est rendu alcalin par une solution à 10% de soude caustique, puis distillé à la vapeur d'eau. La leucobase est ensuite lavée et cristallisée dans l'alcool méthylique. Après un nouveau traitement à la vapeur et plusieurs cristallisations dans l'alcool méthylique on obtient de fines aiguilles fusibles à 150° C. solubles facilement dans l'éther, le benzène, le toluène et dans l'acétone, mais difficilement solubles dans l'alcool méthylique et presque insolubles dans l'éther de pétrole. Le rendement est de 9.6 gr. soit de 64.4%.

D'après Ch. Riegler<sup>1)</sup> le point de fusion du produit de condensation de la 1.4.5-diméthyl-xylidine avec le tétraméthyl-*p*-diamidobenzhydrol est situé à 172°—173°, mais les cristaux se désagrègent à partir de 165°—166°.

Vu l'absence d'un point de fusion bien net et la teneur en azote trop élevée (de 0.9%), nous nous permettons de supposer que le produit de Riegler n'est qu'un mélange de la vraie leucobase et de

<sup>1)</sup> Inaug. Diss., Bâle, 1902, p. 34 et suiv.

la cétone de Michler. Si nous revenons à la condensation de la diméthyl-*m*-toluidine ainsi qu'à celle de la diméthyl-*p*-toluidine avec l'hydrol en présence de l'ac. chlorhydrique, nous sommes forcés de constater qu'il se produit effectivement une réaction secondaire qui fournit de la cétone de Michler. La leucobase s'oxyde facilement à l'air. La nuance du colorant obtenu par oxydation au moyen du chloranile en solution alcoolique est d'un bleu violacé.

II Condensation en présence de l'acide sulfurique. On dissout 9.4 gr. d'hydrol dans 100 gr. d'ac. sulfurique à 100% et on ajoute à cette solution la quantité théorique de 1.4.5-diméthylxyldine, soit 4.8 gr. Après avoir chauffé pendant 4 heures au bain-marie à 50° C la réaction est terminée. Le produit de la réaction est versé dans 2 litres d'eau et la base est précipitée par l'ammoniaque diluée. Le dépôt résineux est dissous dans l'ac. chlorhydrique à 8% auquel on ajoute un peu de poudre de zinc; on filtre, on reprécipite par l'ammoniaque. Après avoir répété plusieurs fois la dissolution dans l'ac. chlorhydrique dilué et la reprécipitation de la base par l'ammoniaque, on extrait la base à l'éther et les cristaux obtenus par évaporation de la solution étherée sont cristallisés plusieurs fois dans l'alcool méthylique. On obtient ainsi les cristaux sous forme d'aiguilles très longues qui fondent à 150° C. La nuance du colorant obtenu par oxydation au moyen du chloranile en solution alcoolique est d'un beau bleu violacé.

Ces deux dernières condensations montrent que le milieu dans lequel la réaction se produit ne joue ici aucun rôle, mais la condensation en solution chlorhydrique est celle qui se fait le plus facilement et qui donne le meilleur rendement.

Les résultats fournis par l'analyse sont les suivants:

I 0.0966 gr. de substance ont donné 9.4 cc. de N à 11° C et à la press. atm. de 712.4 mm.

II 0.100 gr. de substance ont donné 0.2937 gr. CO<sub>2</sub> et 0.0790 gr. H<sub>2</sub>O.

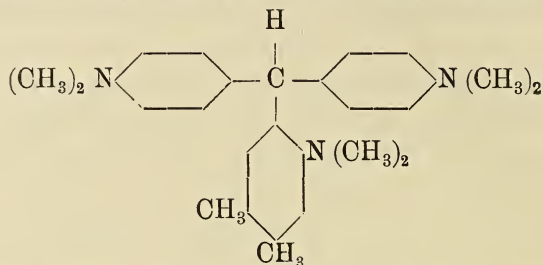
III 0.1183 gr. de substance ont donné 0.3525 gr. CO<sub>2</sub> et 0.0962 gr. H<sub>2</sub>O.

Calculé pour C<sub>27</sub> H<sub>35</sub> N<sub>3</sub>: 10.49% N, 80.72% C, 8.79% H

Trouvé	I	II	III
	10.42% N,	80.1% C,	81.26% C
		8.78% H,	9.04% H

En moyenne 10.42% N, 80.68% C, 8.91% H

4<sup>1</sup>. 4<sup>2</sup>. 2<sup>3</sup>-Tri[diméthylamido]-4<sup>3</sup>. 5<sup>3</sup>-diméthyl-triphénylméthane.



Après avoir dissous 5 gr. d'hydrol dans un mélange de 9 gr. d'ac. chlorhydrique (de densité 1.175) et de 25 gr. d'eau, on y ajoute le double de la quantité théorique de 1.2.4-diméthylxylidine, savoir 4.8 gr., et on chauffe pendant une heure au bain-marie. Le produit de la réaction est neutralisé par une solution à 10% de soude caustique, puis soumis à une distillation à la vapeur d'eau. La base obtenue est dissoute dans une solution à 8% d'ac. chlorhydrique de laquelle on précipite à nouveau la base par de l'ammoniaque. On l'extrait à l'éther, et la solution étherée est séchée sur du carbonate de potassium. Par évaporation lente on obtient des cristaux fusibles à 164° C. Le rendement est de 4.3 gr., soit de 57.4%.

0.0964 gr. de substance ont donné 9 cc. de N à 10° C et à la pression de 712, 2 mm.

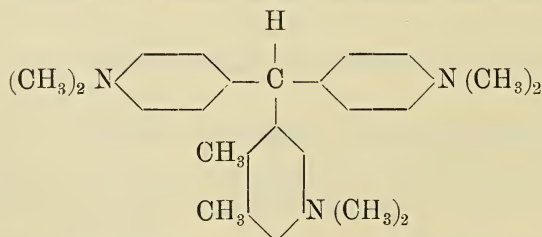
0.1016 gr. de substance ont donné 0.3020 gr. CO<sub>2</sub> et 0.0810 gr. H<sub>2</sub>O

Calculé pour C<sub>27</sub> H<sub>35</sub> N<sub>3</sub>: 10.49% N, 80.72% C, 8.79% H

Trouvé . . . . . 10.16% N, 81.4% C, 8.86% H

La leucobase ne se laisse oxyder ni par le chloranile ni par le superoxyde de plomb.

4<sup>1</sup>. 4<sup>2</sup>. 3<sup>3</sup>-Tri[diméthylamido]-5<sup>3</sup>. 6<sup>3</sup>-diméthyl-triphénylméthane.



5 gr. d'hydrol sont dissous dans 50 gr. d'acide sulfurique à 100%,



puis additionnés de 3 gr. de 1.2.4-diméthylxylidine. La réaction est terminée après avoir chauffé pendant 7 heures à 50° C. Le produit de la réaction est alors versé dans un litre d'eau d'où l'on précipite la leucobase par l'ammoniaque et on l'extrait immédiatement par l'éther. La solution étherée séchée sur du carbonate de potassium est évaporée dans le vide. Le produit obtenu (p. de f. 177° C) est dissous dans l'ac. chlorhydrique à 8% en y ajoutant un peu de poudre de zinc. Par addition d'ammoniaque à la solution filtrée, on précipite à nouveau la leucobase qui, filtrée et copieusement lavée à l'eau, est cristallisée dans l'alcool méthylique. On obtient ainsi des paillettes brillantes très fines, fusibles à 185° C. Le rendement est de 4 gr., soit de 56%.

0.0660 gr. de substance ont donné 6.4 cc. de N à 16° C et à la press. atm. de 715.2 mm.

0.1005 gr. de substance ont donné 0.2966 gr. CO<sub>2</sub> et 0.0802 gr. H<sub>2</sub>O

Calculé pour C<sub>27</sub>H<sub>35</sub>N<sub>3</sub>: 10.49% N, 80.72% C, 8.79% H

Trouvé . . . . . 10.67% N, 80.59% C, 8.87% H

La nuance du colorant obtenu par oxydation de la leucobase au moyen du chloranile en solution alcoolique est d'un bleu foncé.

En jetant un coup d'oeil rétrospectif sur les condensations que nous avons faites nous constatons que la diméthyl-méta-toluidine et la 1.4.5-diméthyl-xylidine s'accouplent toujours et seulement en position para par rapport au groupement amidogène, que la condensation ait lieu dans l'acide chlorhydrique ou dans l'acide sulfurique; cependant la condensation s'accomplit plus facilement en présence de l'acide chlorhydrique. Les amines para-substituées se condensent en présence de l'acide sulfurique de préférence en position méta; dans l'acide chlorhydrique la condensation a lieu beaucoup plus difficilement en position ortho.

Lorsqu'on considère l'influence du groupe méthylé sur la nuance des colorants produits, en les comparant avec les dérivés qui contiennent au lieu du groupement CH<sub>3</sub> les groupements Cl, NO<sub>2</sub>, COOH, OH, on trouve que le groupement CH<sub>3</sub> se comporte comme un élément acide.

Ainsi le groupement CH<sub>3</sub>, placé en position méta par rapport au carbone fondamental, n'a aucune influence sur la nuance du colorant, mais le rôle que joue ce même groupement CH<sub>3</sub> est tout différent suivant qu'il se trouve en position ortho ou para par rap-

port au carbone fondamental. Le vert malachite *o*-méthylé, p. ex., peut être appelé vert bleu, tandis que le colorant analogue para-méthylé est vert jaunâtre.

Comme groupement neutre, le méthylé augmente la stabilité des colorants vis-à-vis des alcalis.

Pour essayer les colorants sur les fibres, nous nous sommes servi de coton préalablement mordancé au tannin. Des bandelettes de tissu de coton teintes avec ces colorants dans un bain acétique ont été éprouvées par les réactifs suivants: acide sulfurique à 10%, ac. sulfurique concentré, acide chlorhydrique à 10%, ac. chlorhydrique concentré, acide nitrique de p. specif. 1.3, ammoniacque (p. sp. 0.95), soude caustique à 10% et une solution réductrice de 50 gr. de chlorure stanneux, 50 gr. d'ac. chlorhydrique concentré et de 100 gr. d'eau.

En outre, la solidité aux acides a été essayée avec de l'acide acétique à 8° B., la résistance à l'action du chlore avec une solution d'hypochlorite de chaux (1 p. à 5° B + 5 p. d'eau) et la résistance aux influences atmosphériques et à la lumière par exposition au soleil et aux intempéries pendant 15 jours.

Tous ces essais ont montré que les colorants produits par nous sont très résistants aux différents réactifs employés, à l'exception de l'acide nitrique, par contre les intempéries et l'exposition directe au soleil les attaquent fortement.

Institut de Chimie N° II de l'Université de Fribourg (Suisse) et Laboratoire de Chimie du Musée d'Industrie et d'Agriculture de Varsovie.

## 22. *O zjawisku Gürbera. — Sur le phénomène de Gürber.*

Mémoire de M. **J. DUNIN-BORKOWSKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

M. Zuntz<sup>1)</sup> remarqua, il y a quarante ans, que, grâce à l'influence exercée sur le sang par l'acide carbonique, la réaction alcaline du sérum s'accroît. Il conclut que les globules rouges absorbant l'acide carbonique avec plus d'intensité que le sérum, produisent en abondance du carbonate de potassium; celui-ci se mêlant ensuite au

<sup>1)</sup> Beiträge zur Physiologie des Blutes, 1868.

sérum, cause la réaction alcaline mentionnée. Cependant les analyses quantitatives de M. Gürber<sup>1)</sup> démontrèrent que la présence de l'acide carbonique n'exerce aucune influence sur la quantité de sodium et de potassium qui se trouve dans les globules rouges autant que dans le sérum. De plus, si l'on sépare les globules rouges saturés d'acide carbonique de la solution de chlorure de sodium qui les baignait, cette solution devient aussi alcaline (phénomène de Gürber).

Selon l'opinion de M. Gürber, le chlorure de sodium donne avec l'acide carbonique: 1° de l'acide chlorhydrique, absorbé par les globules rouges et 2° de la soude, cause directe de la réaction alcaline. M. Koeppe<sup>2)</sup>, au contraire, arrive à la conclusion que les ions seuls pénètrent dans les globules rouges. Dans le cas où les globules saturés d'acide carbonique sont plongés dans la solution de chlorure de sodium, les ions  $\text{CO}_3''$  se propagent par diffusion et sont remplacés par les ions de chlore (deux ions de chlore équivalent à un ion  $\text{CO}_3''$ ). Le passage des ions  $\text{CO}_3''$  dans la solution de chlorure de sodium est accompagné de l'hydrolyse de l'eau ( $\text{CO}_3''$  formant avec  $\text{H}'$ , ion de l'eau, l'ion  $\text{HCO}_3'$ ; il reste l'ion  $\text{OH}'$  qui est la vraie cause de la réaction alcaline). M. Koeppe ne voit dans la formation des ions  $\text{CO}_3''$  dans les globules rouges que la dissociation de l'acide carbonique. On sait cependant que celle-ci produit des quantités minimes des ions  $\text{CO}_3''$ . Les constantes de dissociation nous permettent de calculer approximativement les concentrations des ions  $\text{CO}_3''$  qui passent des globules à la solution de chlorure de sodium.

Admettons que nous ayons 1 litre de globules rouges saturés d'un litre de  $\text{CO}_2$  (0.04464 mol. par litre); que les dits globules possèdent l'aptitude de dissocier  $\text{CO}_2$  au même degré que l'eau; enfin, que tous les ions  $\text{CO}_3''$  ont passé des globules rouges dans la solution ambiante<sup>3)</sup>. Il s'agit de calculer combien d'ions  $\text{CO}_3''$  contient la solution saline.

L'équilibre des ions d'acide carbonique est déterminé par les équations

1) Sitzungsberichte der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg, 1896.

2) Pflügers Archiv. Bd. 67, p. 189.

3) Ces suppositions sont exagérées; en réalité M. Koeppe ne sature que très faiblement les globules de  $\text{CO}_2$  et n'en prend pour ses expériences que quelques  $\text{cm}^3$ .



$$1) \quad \frac{H' \cdot HCO_3'}{H_2CO_3} = K_1 = 3 \cdot 10^{-7}$$

$$2) \quad \frac{H' \cdot CO_3''}{HCO_3'} = K_2 = 1.2 \cdot 10^{-11}$$

En substituant  $K = 3 \cdot 10^{-7}$  et  $v = 22.4$  dans la formule générale

$$\frac{a^2}{(1-a)v} = K$$

nous obtenons comme degré de dissociation  $a = 2.6 \cdot 10^{-3}$ . On déduit de là la concentration des ions  $HCO_3' = 1.1 \cdot 10^{-4}$  grammes-ions par litre. Si on divise membre à membre la première équation par la seconde et si on tient compte de toutes les valeurs données, on obtient:

$$CO_3'' = \frac{1.1 \cdot 10^{-4} \cdot 1.2 \cdot 10^{-11}}{0.04464 \cdot 3 \cdot 10^{-7}} = 1 \cdot 10^{-11}$$

grammes-ions par litre.

Pour simplifier le calcul nous avons admis que  $1 - a = 1$  et  $H' = HCO_3'$ , ce qui n'est pas exact. En réalité  $H' = HCO_3' + 2CO_3''$ , mais la différence est insignifiante ainsi que l'on le vérifie facilement. Au lieu de la valeur exacte  $K_2 = 1.2 \cdot 10^{-11}$ , on obtient  $1 \cdot 10^{-11}$ .  $1 \cdot 10^{-11}$  grammes-ions  $CO_3''$  correspondent à peu près à 1 gr. de soude dissous dans un milliard de litres d'eau. Comment cette concentration presque imperceptible peut-elle, grâce à l'hydrolyse, provoquer la réaction alcaline?

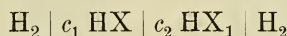
La théorie de M. Koeppe a été développée par M. Hamburger. D'après M. Koeppe, les globules rouges n'alcalinisent pas la solution de sulfate de sodium, par conséquent elles sont imperméables pour les ions  $SO_4$ . M. Hamburger au contraire est d'avis que les globules rouges alcalinisent toutes les solutions de soude; il „ne put trouver aucun sel dont les ions ne pénétrassent pas dans les globules“<sup>1)</sup>. Ainsi, le phénomène de Gürber est intimement lié au problème de la perméabilité des globules rouges. L'étude de cette question a donné lieu à un grand nombre de travaux<sup>2)</sup>; l'effet alcalinisant y est considéré comme la preuve principale de la per-

<sup>1)</sup> Osmotischer Druck und Ionenlehre.

<sup>2)</sup> Van Lier. Archiv für Anatomie und Physiologie 1902. Wielerding Hamburger l. c. p. 212. Van der Schroef. Archiv für Anatomie und Physiologie 1902.

méabilité des globules rouges. Il nous a semblé d'autant plus intéressant d'étudier cette propriété spécifique à l'aide de méthodes physico-chimiques plus précises. M. Gürber se servit de la méthode de la dialyse, M. Hamburger de celle du titrage. Nous avons dosé la concentration des ions à l'aide de la méthode des éléments gazeux.

§ 1. Eléments à gaz. A la force électromotrice de l'élément du type suivant:



s'applique la formule de M. Nernst:

$$\pi = RT \ln \frac{C}{c_1} + \frac{u-v}{u+v} RT \ln \frac{c_2}{c_1} - RT \ln \frac{C}{c_2}$$

$R$  désignant la constante des gaz parfaits,  $T$  la température absolue,  $c_1$  et  $c_2$  les concentrations. Le second terme qui correspond au potentiel de diffusion est pratiquement négligeable par comparaison aux deux autres. Exprimant  $R$  en unités électriques on obtient donc:

$$\pi = 0.000198 T \ln \frac{c_2}{c_1}.$$

Comme nos expériences ont été faites à 20° on a

$$\pi = 0.0586 \ln \frac{c_2}{c_1}.$$

C'est cette formule que nous avons appliquée dans nos calculs.

§ 2. Détermination de l'alcalinité<sup>1)</sup>. Pour doser la concentration des ions hydroxyles nous nous sommes servi de l'élément suivant:



Pour nous rendre compte de l'influence de l'acide carbonique sur la réaction du liquide qui est en contact avec les globules rouges, nous avons cherché tout d'abord à voir quelle serait la réaction du liquide dans le cas où les globules rouges n'auraient pas été saturés

<sup>1)</sup> Nous avons donné une description détaillée des appareils et de la méthode suivie pour obtenir la saturation des globules rouges par l'acide carbonique etc. dans le texte polonais de notre mémoire.

d'acide carbonique. Ainsi, après le lavage trois fois répété des globules rouges, on les a mis en contact avec la solution physiologique de NaCl. Au bout d'une heure, nous avons séparé les globules du liquide au moyen d'un appareil centrifuge et nous avons étudié la réaction du liquide pur. Voici les résultats obtenus.

Table I.

$\pi$	$c\text{O H}'$
0.3276 volt	$2.3 \cdot 10^{-7}$
0.3199 "	$3.1 \cdot 10^{-7}$
0.3241 "	$2.6 \cdot 10^{-7}$
0.3182 "	$2.3 \cdot 10^{-7}$
0.3229 "	$2.7 \cdot 10^{-7}$
0.3118 "	$4.3 \cdot 10^{-7}$

$$\text{moyenne } c\text{O H}' = 3 \cdot 10^{-7}$$

On peut constater la réaction neutre de la solution au premier coup d'œil.

La Table II présente les déterminations qui se rapportent au liquide appelé liquide de Koeppe<sup>1)</sup>.

Table II.

$\pi$	$c\text{O H}'$
0.3832 Volt	$2.6 \cdot 10^{-8}$
0.3751 "	$3.6 \cdot 10^{-8}$
0.3925 "	$1.8 \cdot 10^{-8}$
0.3716 "	$4.1 \cdot 10^{-8}$
0.3660 "	$5.2 \cdot 10^{-8}$
0.3956 "	$1.6 \cdot 10^{-8}$

$$\text{moyenne } c\text{O H}' = 3.1 \cdot 10^{-8}$$

Nous discuterons plus bas les résultats de nos mesures. Pour le moment nous désirons attirer l'attention sur le fait que dans les expériences de M. Koeppe l'alcalinité de la solution n'augmente pas; au contraire, l'acide carbonique rend la réaction de la solution de chlorure de sodium 10 fois plus acide. Dans la seconde série d'expériences (avec le liquide de Gürber), on fit passer pendant

<sup>1)</sup> On saturait d'acide carbonique 50 cc. de globules pendant dix minutes, en y ajoutant ensuite 100 cc de solution de NaCl à 0.75 p. 100. Après avoir bien agité le mélange, on en séparait la solution saline (liquide de Koeppe).



une  $\frac{1}{2}$  heure  $\text{CO}_2$  dans la solution physiologique de chlorure de sodium où se trouvaient en suspension les globules rouges (50 cc. de globules + 100 cc. de sol. de NaCl à 0.75%), on séparait ensuite la solution saline du mélange et on déterminait la réaction.

Table III (liquide de Gürber).

$\pi$	$\text{c OH}'$
0.5226 Volt	$1.1 \cdot 10^{-10}$
0.5178 „	$1.3 \cdot 10^{-10}$
0.5089 „	$1.8 \cdot 10^{-10}$
0.5136 „	$1.6 \cdot 10^{-10}$
0.4951 „	$3.1 \cdot 10^{-10}$
0.5021 „	$2.5 \cdot 10^{-10}$

$$\text{moyenne } \text{c OH}' = 1.8 \cdot 10^{-10}$$

En comparant les tables I et III on voit que l'alcalinité de la solution physiologique du chlorure de sodium diminue aussi mille fois au lieu de s'accroître. Ce résultat est bien surprenant. Pour contrôler l'exactitude des nos mesures nous avons dosé la concentration des ions  $\text{H}'$  (à l'aide de l'élément acide). Au moyen des valeurs obtenues on détermina  $\text{c OH}'$ .

Table IV.

$\text{H}_2$  | 0.01 HCl | liquide de Gürber |  $\text{H}_2$ .

$\pi$	$\text{c H}$	$\text{c OH}' = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{\text{H}}$
0.1801 Volt	$0.8 \cdot 10^{-5}$	$1.2 \cdot 10^{-9}$
0.1718 „	$1.1 \cdot 10^{-5}$	$0.9 \cdot 10^{-9}$
0.1823 „	$0.7 \cdot 10^{-5}$	$1.4 \cdot 10^{-9}$
0.1653 „	$1.5 \cdot 10^{-5}$	$0.7 \cdot 10^{-9}$
0.1864 „	$0.6 \cdot 10^{-5}$	$1.6 \cdot 10^{-9}$
0.1599 „	$1.7 \cdot 10^{-5}$	$0.5 \cdot 10^{-9}$

$$\text{moyenne } \text{c OH}' = 1 \cdot 10^{-9}$$

De ces calculs il résulte que la concentration des ions hydroxyles dépasse 6 fois la valeur obtenue à l'aide de mesures directes<sup>1)</sup>. En tout cas la table IV confirme dans une certaine mesure les résultats obtenus auparavant.

<sup>1)</sup> Les causes qui provoquent cette différence ont été discutées d'une manière plus détaillée dans le texte polonais.

Pour étudier d'une manière plus rigoureuse le phénomène de Gürber nous avons déterminé l'alcalinité d'une solution sur laquelle, d'après M. Hamburger et M. Koeppe, les globules rouges n'exerceraient aucune action alcaline; le sucre de canne donne une solution pareille. Nous y procédâmes de la même manière qu'auparavant, mais au lieu de la solution du chlorure de sodium nous nous servîmes de celle du sucre de canne à 8%.

Table V.

$\pi$	$c\text{OH}'$
0.4678 Volt	$9.3 \cdot 10^{-10}$
0.4798 "	$5.8 \cdot 10^{-10}$
0.4832 "	$5.1 \cdot 10^{-10}$
0.4725 "	$7.7 \cdot 10^{-10}$
0.4885 "	$4.1 \cdot 10^{-10}$
0.4901 "	$3.8 \cdot 10^{-10}$

$$\text{moyenne } c\text{OH}' = 6.1 \cdot 10^{-10}$$

La table V prouve que le sucre ne devient pas plus acide que la solution physiologique de chlorure de sodium; on devrait s'y attendre cependant selon M. Hamburger et M. Koeppe. On ne sait pourtant pas si l'inversion n'y intervient pas.

§ 4. Discussion des résultats. Les tables ci-dessus prouvent qu'en réalité ni l'expérience de M. Gürber, ni celle de M. Koeppe ne démontre l'action alcalinisante de l'acide carbonique. En déterminant l'alcalinité de la solution à l'aide d'éléments gazeux c'est-à-dire en calculant le nombre des ions  $\text{OH}'$  libres, on constate, au contraire, la diminution au lieu de l'augmentation de l'alcalinité. Par conséquent, le problème consiste dans la recherche des causes de la différence entre les expériences de M. Gürber et de M. Koeppe d'une part et les nôtres de l'autre

Une différence fondamentale peut être prévue d'avance. M. Gürber détermina le „titrierbares Alkali“ ce qui ne dit rien sur la quantité des ions libres  $\text{OH}'$ ; dans la solution normale de carbonate de soude par ex., le nombre des ions libres  $\text{OH}'$  se rapporte à l'alcalinité générale comme 1:20. Mais la définition de l'alcalinité basée sur la quantité des ions  $\text{OH}'$  libres n'explique pas non plus une pareille différence dans toute son étendue. M. Gürber trouve dans son liquide 0.168% de soude. En admettant que dans

une solution pareille de soude le degré de dissociation<sup>1)</sup> soit égal à 94% et l'hydrolyse à 7%<sup>2)</sup>, on obtient:

$$c\text{OH}' = \frac{10 \cdot 0.168 \cdot 0.94 \cdot 0.07}{53.1} = 2 \cdot 10^{-3}$$

Ce nombre diffère énormément du nôtre:  $c\text{OH}' = 1 \cdot 10^{-9}$  et  $1.8 \cdot 10^{-10}$ .

La différence ne peut s'expliquer que d'une seule manière: la solution faiblement acide devient alcaline à la suite de la dialyse ou d'autres manipulations analytiques. Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable que la solution mentionnée contient de l'acide carbonique et du bicarbonate de sodium. Celui-ci à la suite de sa dilution plus grande ou de l'évaporation de l'acide carbonique se transforme en soude. M. Bodländer explique ce processus d'une manière très détaillée<sup>3)</sup>.

La comparaison des résultats des expériences de M. Koeppe avec les nôtres n'est point possible, car dans le travail de M. Koeppe nous ne trouvons pas de données quantitatives. M. Koeppe n'explique même pas à l'aide de quelle méthode il a constaté l'augmentation de l'alcalinité.

Il nous reste encore à analyser l'interprétation théorique du phénomène de Gürber. Nous avons vu que M. Koeppe expliquait l'alcalinité de la solution par l'hydrolyse des ions  $\text{CO}_3''$ . Dans cette explication l'alcalinité est définie comme la concentration des ions libres  $\text{OH}'$ . A ce point de vue, et en admettant cette définition de l'alcalinité, nos déterminations de l'alcalinité nient l'existence du phénomène de Gürber.

1) Harry Jones, Zeitschrift für physik. Chemie. Bd. 12, p. 36.

2) Shields, Zeitschrift für physik. Chemie. Bd. 12 p. 174.

3) „Eine Lösung eines Dicarbonats kann nur in Gegenwart freier Kohlensäure bestehen und muss, wenn diese immer wieder abgesaugt wird, vollständig in das neutrale Carbonat übergehen. Eine Lösung von Natriumdicarbonat, die mit  $\text{CO}_2$  gesättigt ist, enthält 0.7 gr Ionen  $\text{HCO}_3'$ . Neben diesen sind noch nur 0.00043 gr Ionen  $\text{CO}_3''$  vorhanden. Wenn man aber Natriumdicarbonat mit Wasser und atmosphärischer Luft schüttelt, so wird beständig das Dicarbonat in Carbonat übergehen und Kohlensäure abgeben, bis der Kohlensäuredruck auf den der atmosphärischen Luft gesunken ist. Wenn die Konzentration der  $\text{HCO}_3'$  Ionen 0.4 beträgt, ist bei dem Kohlensäuredruck der Luft 0.0005 Atmosphären die Konzentration der  $\text{CO}_3''$  Ionen 0.35“. Zeitschrift für physik. Chemie Bd. 35, p. 32.



23. *Badania w zakresie głowonogów z górnej kredy w Polsce. — Untersuchungen über Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. Teil. Genus Baculites Lamarck.*  
Mémoire de M. **JEAN NOWAK**, présenté dans la séance du 2 Mars 1908 par M. J. Niedźwiedzki m. t.

(Planche XIV).

Die polnische obere Kreide, und insbesondere die in der geologischen Literatur durch die Arbeiten von Kner, Alth, Geinitz, Favre und Plachetko bekannt gewordene Lemberger und Nagórzanyer Senonkreide ist in paläontologischer Beziehung zum letzten Male vor ungefähr 40 Jahren bearbeitet worden. Seit jener Zeit ist einerseits unsere Kenntnis der fossilen Fauna sehr weit fortgeschritten, anderseits zeigt das in den Lemberger geologischen Museen angehäuften, reichhaltigen Material, daß in manchen Fällen die auf mangelhaftes Material gestützte Bearbeitung von Haus aus zu unzuverlässigen Resultaten führen mußte. Es erschien daher als eine dankbare Aufgabe, sie einem wiederholten und möglichst vollständigen Studium zu unterwerfen. Unmittelbar dazu veranlaßt wurde ich durch die Überzeugung, daß die polnische obere Kreide trotz ihrer ungewöhnlich großen horizontalen Ausdehnung von Volhynien bis nach Schlesien und von dem Dniesterfluß bis nach Litauen, wie auch trotz ihrer manchmal noch bei 500 m. tiefer Bohrung nicht durchteuften Mächtigkeit, bisher in viel zu geringem Maße zu der allgemeinen Kenntnis der Kreidebildungen beigetragen hat.

### Genus *Baculites* Lamarck.

#### *Baculites anceps* Lam. sp. em. Nowak.

Wenn Kner<sup>1)</sup> bereits im Jahre 1848 schreibt, die Revision dieser Art „dürfte nicht unnötig seyn, zum mindesten um über die Varietäten und Grenzen dieser Art ins Reine zu kommen“, erscheint sie jetzt umso dringender.

Nach d'Orbigny<sup>2)</sup> hat dieses Petrefakt zuerst De France im

<sup>1)</sup> R. Kner: Versteinerungen des Kreidemergels vom Lemberg, Naturw. Abhandlungen hrsg. v. Haidinger Bd. III. S. 13.

<sup>2)</sup> D'Orbigny A.: Paléontologie française. Terr. crét. Bd. I. S. 565.

Jahre 1816 beschrieben, er hat es aber irrtümlich aufgefaßt, da er ihm auch den *Baculites vertebralis* Desm. beigerechnet hat. D'Orbigny's Arbeit war die erste, welche in eingehender Weise seine Eigenschaften analysiert, die charakteristischen Merkmale präzisiert, und ihn mit dem Namen Lamarcks, welchen er für einen näher unbekannten englischen Bakuliten schuf, belegt. Nach Schlüters Angabe, hat noch im Jahre 1817 Desmarest auf Grund einer Zeichnung und kurzer Beschreibung von Knorr einem verkieselten Bakuliten mit unbekannter Kammersutur aus dem Danziger Diluvium den Namen *Baculites Knorrianus* gegeben. Geinitz beschrieb in seinem „Quadersandsteingebirge“ ein Bruchstück eines glatten Bakuliten aus der Lemberger Kreide, zeichnete seine Lobenlinie und belegte ihn mit Desmarests Namen. Trotzdem haben aber später manche Autoren für die Lemberger, bzw. Nagórzanyer Bakuliten neben dem Desmarest-Geinitzschen auch den Lamarckschen Namen gebraucht. Schlüter<sup>1)</sup> hat in seinem Werke über die Cephalopoden noch schärfer als Geinitz die Unterschiede zwischen beiden Arten betont und von nun an nannte man große und glatte Exemplare *Baculites Knorrianus*, kleine und gerippte dagegen *Baculites anceps*. Aber schon Schlüter hatte Bedenken, ob Lamarcks Name von d'Orbigny richtig angewendet wurde. Er hat nämlich von Valogne, einer Lokalität in Manche, von wo auch d'Orbignys Exemplare stammten, einen glatten Bakuliten gehabt, der auch in der Lobenlinie von der von d'Orbigny angegebenen abwich; da Lamarck das Gehäuse als glatt beschrieb, meinte er, daß man eigentlich diesem glatten Bakuliten Lamarcks Namen lassen, den gerippten aber anders nennen soll, obgleich d'Orbigny glatte und gerippte Exemplare für ein und dieselbe Art hielt. Schlüter vermochte jedoch dies nicht durchzuführen, da er keine Daten über die Beständigkeit der angeführten Eigenschaften dieses Bakuliten besaß. Einen ganz ähnlichen Bakuliten aus dem Pattenauer Stollen behandelt J. Böhm<sup>2)</sup>. Es schien ihm aber besser, solange die erwähnten Zweifel nicht geklärt seien, den Namen *Baculites anceps* der von d'Orbigny abgebildeten Spezies zu belassen, dagegen für seine Art vorläufig einen neuen Namen aufzustellen.

<sup>1)</sup> Schlüter C.: Cephalopoden der oberen deutschen Kreide T. II. (Paläontogr. Bd. 24) S. 568.

<sup>2)</sup> Böhm J.: Die Kreidebildungen des Fürbergs.... Paläontographica Bd. 38.

Die in den besprochenen Literaturangaben behandelten Bakuliten mußten in erster Linie zur Bestimmung der Lemberger Exemplare herangezogen werden, da sie ihnen am nächsten stehen. Ich habe mich aber bald überzeugt, daß entweder meine Exemplare zu keiner der genannten Arten gehören und eine selbständige Spezies bilden, oder aber, daß für die Trennung der einzelnen Arten der richtige Ausgangspunkt bisher nicht getroffen wurde. Um diese unklaren Beziehungen aufzuhellen, habe ich die einfachste und sicherste Methode anzuwenden versucht. Ich habe die hiesigen Exemplare mit annähernd gleichem Querschnitt und gleicher Skulptur in Gruppen zusammengestellt; in den einzelnen Gruppen die Lobenlinie und deren Veränderlichkeit innerhalb eines Individuums und der Gruppe, nach Feststellung der Identität der sie zusammensetzenden Elemente untersucht und dann auf Grund genauer Vermessungen Kriterien der Stabilität gewonnen. Nach genauer Vergleichung bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß die verhältnismäßig intensiv variierenden Gruppen zu einer und derselben Art gehören müssen. Dasselbe habe ich auch bei den Bakuliten von Valogne konstatieren können und als Resultat dieser Arbeit ergab sich die Notwendigkeit, die existierende Art Lamarcks einer Revision zu unterwerfen. Mit dieser „species emendata“ lassen sich nun mehrere von den bekannten Bakuliten vereinigen, was ich in der Folge durchführe und ausführlich motiviere. Ich scheide innerhalb dieser Art zwei Varietäten aus: Var. *Leopoliensis* und Var. *Valognensis*.

### 1. Varietas *Leopoliensis*.

Ich verfügte über kein einziges vollständiges Exemplar, aber die Bruchstücke, deren ich über hundert untersuchte, gestatten die Vermutung, daß die Länge der erwachsenen Tiere bis 120 cm und vielleicht noch mehr betragen mochte. In den Sammlungen des geologisch-paläontologischen Instituts der Universität Lemberg befindet sich ein Exemplar, dessen Ausmaße des Querschnittes  $10 \times 5.4$  cm betragen, außerdem kenne ich aber auch Schalen, deren Größe nicht viel die bei d'Orbigny (T. 139. Fig. 3.) angegebene übertrifft.

An den ausnahmsweise gut erhaltenen Exemplaren sieht man, daß die ganze Schalenoberfläche mit sehr feinen, parallel zum Mundrande verlaufenden Anwachsstreifen bedeckt ist. Sie sind gewöhnlich so undeutlich, daß sie erst bei ganz seitlicher Beleuchtung



hervortreten, falls selbstverständlich die Oberfläche nicht etwa mechanisch abgerieben ist. Auf der Tafel, Fig. 1., sind sie ziemlich

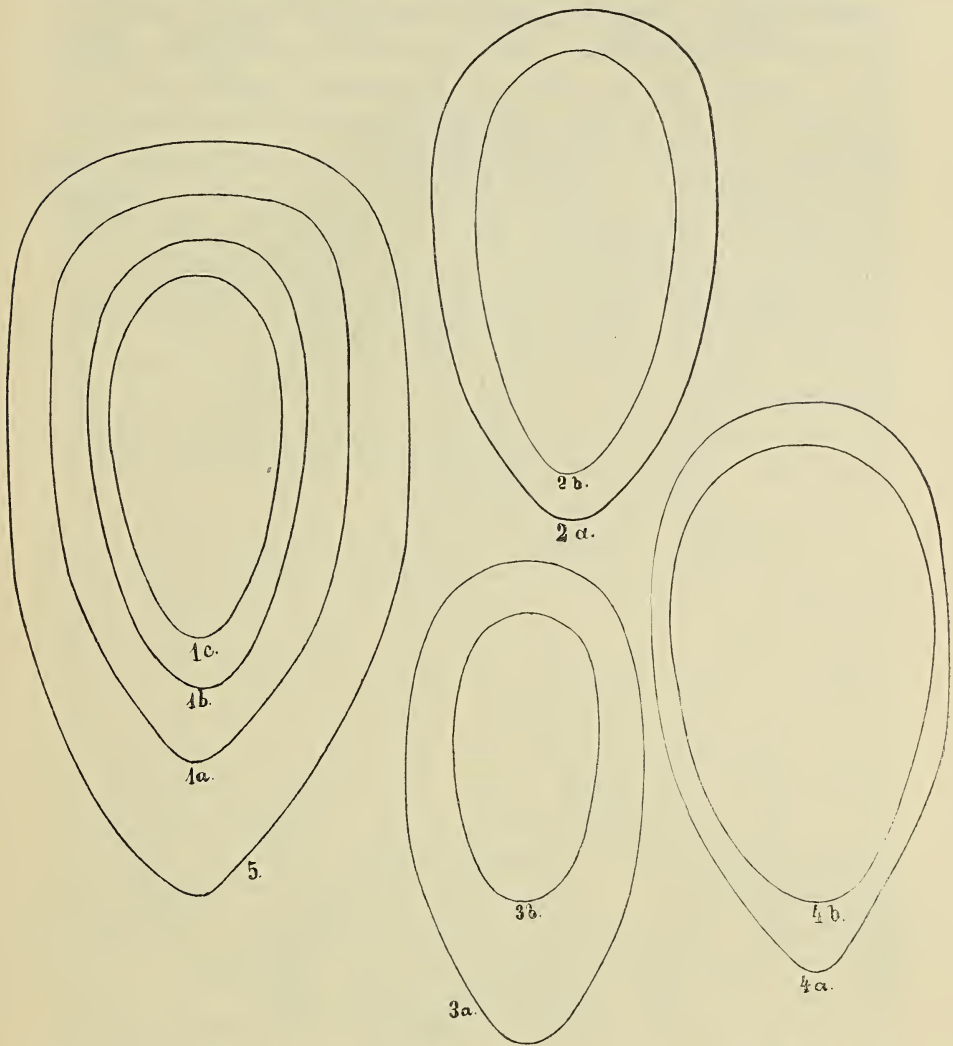


Fig. 1 c. 1 b. 1 a. 2 a, 2 b, 3 a, 3 b, 4 a, 4 b stellen Querschnitte des *B. anceps* var. *Leopoldi* vor.

Fig. 5. Querschnitt eines größten Exemplars.

gut sichtbar. Unabhängig von dieser Skulptur, welche gewöhnlich auf der ganzen Oberfläche wahrgenommen werden kann, sind öfters die Flanken mit tieferen Furchen versehen, zwischen denen

sich gewöhnlich halbmondförmige Rippen von verschiedener Länge und Höhe erheben. Sie verlaufen den Anwachsstreifen parallel und verschwinden je nach ihrer Länge, näher oder weiter von der Siphonal- und Antisiphonalseite. Die Form und die Größe dieser Rippen ist so variabel, daß ich nicht zwei Bruchstücke gefunden habe, die einander in dieser Hinsicht vollkommen glichen. Was die Skulptur anbelangt, zeigt sich die Veränderlichkeit der Formen noch nach einer Richtung hin. Hie und da beginnt die schwache Berippung schon auf dem gekammerten Teile der Schale, in anderen Fällen tritt sie erst viel weiter oben hervor. In Verbindung mit der Veränderlichkeit der Form der Rippen entsteht also in dieser Beziehung eine unübersehbare Menge von Kombinationen so, daß wir von den sehr tief gerippten bis zu den vollkommen glatten Formen alle Übergänge haben. Ganz im Gegensatze zu den Angaben der Autoren, die von Nagórzany nur glatte Exemplare beschreiben, habe ich konstatieren können, daß in dieser Ortschaft unzweifelhaft häufiger gerippte als glatte Formen vorkommen.

Die Schale des Tieres war sehr dünn, zumal im Verhältnis zu der ansehnlichen Größe; sie unterlag also naturgemäß leicht einer Verdrückung; deshalb sind Exemplare mit unverdrücktem Querschnitt ziemlich selten. Wenn man auch diesen Umstand berücksichtigt, so springt doch, was die Form des Querschnittes anbelangt, die große Veränderlichkeit im Bereiche eines Individuums, wie auch der ganzen Art. in die Augen. Diese hält sich an folgende Formel: entsprechend dem Hauptmerkmal der Art, daß die Siphonalseite schmaler ist als die Antisiphonalseite, besitzt die Schale im jüngeren Stadium einen fast elliptischen Querschnitt (Fig. 3. *b* S. 329.) doch wird mit der Größenzunahme der Siphonalteil immer schärfer bis zum keilförmigen Querschnitt, und der Antisiphonalteil immer breiter und abgeplatteter, wie aus den Fig. 1. *a—c* und 5. ersichtlich ist. Dies betrifft alle Formen unter einer ganzen Skala von Veränderlichkeit der Schalenskulptur. Auch das Verhältnis des kürzeren Diameters des Querschnittes zum längeren ist nicht beständig. Ich habe den längeren durch den zehnten Teil des kürzeren bei mehreren Exemplaren dividiert und habe als Durchschnittszahl 18·8 erhalten. Die Variabilität hält sich aber ziemlich gleichförmig innerhalb der Grenzen 15·8—22. Die untere Grenze dürfte hier zu hoch sein, da unter mehreren Exemplaren, welche ich wegen vermutlicher Verdrückung der Vermessung



Fig. 1. *Baculites anceps* var. *Valogn.* v. d'Orbigny T. 139. Fig. 7.

Fig. 2, 3. *Baculites anceps* var. *Valogn.* (B.) Valogne.

Fig. 4. *Baculites anceps* var. *Valogn.* v. Böhm. Taf. I. Fig. 13 a.

Fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10. *Baculites anceps* var. *Leopol.* (U. L., D., P. L.).

Fig. 11. *Baculites Hochstetteri* Lieb. v. Liebus pag. 119.

Fig. 12. *Baculites vertebralis* Lam. (U. L.).

U. L., P. L., D., B., geben an, ob das gezeichnete Exemplar im Museum der Lemberger Universität, in demjenigen des Polytechnikums, im Gräflich Dzieduszycki'schen Museum oder im Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien aufbewahrt wird.



nicht unterzogen habe, einige die Z. 11—14 aufweisen. Wenn man also auch einen recht großen Betrag auf Rechnung der sekundären Deformierung abzieht, erhält man dennoch die Zahl 14—15.

Die Lobenlinie ist auf unseren Exemplaren gewöhnlich dürftig erhalten und diesem Umstande schreibe ich die Tatsache zu, daß auch die Literaturangaben in diesem Punkte sehr oft schwanken. Während auf der Fig. 5. die Lobenzeichnung sehr fein erscheint, zeigt keine der oben (S. 331) gezeichneten Linien eine solche Fülle von Einzelheiten, was in hohem Grad vom Erhaltungszustande abhängt. Je schlechter die Linie erhalten ist, desto weniger ist die Lobenlinie zerschlitzt, wie dies aus dem vergrößerten Fragment der Lobenlinie auf Taf. XIV. Fig. 9. sich klar ergibt. Die grobe Zeichnung sieht in gewöhnlichem Licht wenig kompliziert aus, in seitlicher Beleuchtung erblickt man aber den mit seichter Furchte markierten ehemaligen Verlauf der viel mehr zerschlitzt gewesenen Naht. Sind diese Spuren abgerieben, dann sind die Loben und Sättel fast um ein Drittel kürzer.

In der Literatur begegnet man einer Reihe von Definitionen, welche vor allem von dem Verhältnis der Größe zwischen den verschiedenen Loben und Sätteln ausgehen. Jedoch alle diese Versuche versagen, sobald sie auf andere Exemplare angewendet werden, ja, nicht selten widersprechen sie einander. Ich habe auf Grund genauer Vermessungen und Vergleiche von über 100 Exemplaren die einzelnen Eigenschaften der Lobenzeichnung analysiert und auf diese Weise ein Kriterium gewonnen, welche von ihnen als beständig und wesentlich betrachtet werden müssen, welche dagegen auf die Veränderlichkeit zurückzuführen sind.

Aus dieser Untersuchung ergeben sich folgende Gesetze, welche das wesentliche jeder Lobenzeichnung der Bakuliten genau erkennen lassen, vorhandene Veränderlichkeiten registrieren und deren Grenzen bestimmen:

1. Die Höhe der Loben, bezw. Sättel ist im Verhältnis zur Breite der Schalenhälfte an der Stelle der gemessenen Linie sehr verschieden und verhält sich wie 1:2 bis 4:5.

2. Zwei benachbarten Linien berühren sich entweder gar nicht, sind aber in diesem Falle nicht mehr voneinander entfernt als um die Hälfte der Breite des ersten Seitenlobus; oder die Sättel erreichen die Loben der nächstfolgenden Linie und dringen nicht selten sogar zwischen die letzteren bis zu  $\frac{1}{3}$  ihrer Höhe ein. In

der Regel sind die Lobenlinien am Anfange der Schale mehr voneinander entfernt als weiter unten.

3. Die Lobenlinie besteht, wie sonst bei dieser Gattung, aus einem Außenlobus, 2 Außensätteln, 2 Paaren Seitenloben und Seitensätteln und einem Innenlobus.

Der I. Seitenlobus ist unter den paarigen Loben am meisten symmetrisch. An der Basis besitzt er 1 Paar kleine, gewöhnlich doppelteilige Abzweigungen ( $b\ b$ ), welche durch das tiefe Eindringen in die Sattelflanken bewirken, daß der Lobus an ihrer Stelle am breitesten ist. Unterhalb dieser ist noch ein Paar Abzweigungen vorhanden ( $a\ a$ ). Das Hilfssättelchen ( $m$ ), welches die Zweige des letzten Paares voneinander trennt, wie auch Sättelchen zwischen den Seitenzweigen des letzten und des vorletzten Paares, besitzen immer am Ende ein abgerundetes Köpfchen. Die Abzweigungen der zwei letzten Paare sind oft zweiteilig und ihre Endspitzen sind in der Regel drei-fingerig.

Weniger symmetrisch ist der II. Seitenlobus gebaut, was offenbar mit dem Umstande im Zusammenhange steht, daß der II. Seitensattel ziemlich <sup>1)</sup> [unbedeutend] niedriger ist als der erste, jedoch die Elemente des Lobenbaues sind mit denen des I. Seitenlobus vollkommen identisch.

Der sehr symmetrisch gebaute Innenlobus besitzt zwei Paare Seitenzweige: das obere Paar  $c''\ c''$ , welches den Zweigen  $c\ c$  der anderen Loben entspricht, und das untere  $b''\ b''$ , welches zuweilen zweiteilig ist und mit Zweigen  $b\ b$  anderer Loben korrespondiert, wie dies aus den Figuren ersichtlich ist.

Unter den Sätteln besitzt der I. Seitensattel den höchsten Grad von Symmetrie. An der Basis verengt, verbreitet er sich gegen das Ende zu. In seine Flanken dringen von den nebenanliegenden Loben die Abzweigungen  $c\ c'$  und  $b\ b'$ . Am oberen Ende ist er von einem Hilfslobus in zwei ebenfalls zweiteilige Hälften in der Mitte gespalten. Die äußersten Spitzen dieser Läppchen bilden gewöhnlich eine sanfte Bogenlinie.

Der Außensattel ist, obgleich aus denselben Elementen bestehend, gewöhnlich weniger symmetrisch gebaut als der vorige. Dies rührt daher, weil seine an den I. Seitenlobus angrenzende

<sup>1)</sup> Die in Quadratklammern eingeschlossenen Absätze beziehen sich auf die Var. *Valognensis*.

Hälfte dem entsprechenden Teile des I. Seitensattels gleich, die zweite dagegen etwas kleiner ist.

Der II. Seitensattel ist am wenigsten symmetrisch und regelmäßig, obgleich er grundsätzlich aus denselben Elementen besteht, wie die beiden anderen, was an den Figuren [3, 2, 1, 4,] 5, 6, beobachtet werden kann. Er ist gewöhnlich gegen die Siphonalseite zu ein wenig geneigt.

4. Das gegenseitige Größenverhältnis zwischen den Loben und Sätteln läßt sich durch folgende Regel ausdrücken:

a) Lobentiefe. Der erste Seitenlobus ist in der Regel tiefer als der zweite und der Außenlobus zuweilen diesem an Tiefe gleich aber niemals seichter. Der II. Seitenlobus ist öfter tiefer als der Außenlobus, seltener ist er ihm in dieser Beziehung gleich und nur sehr selten ist er weniger tief als der letztere.

b) Sattelhöhe. Der I. Seitensattel ist in der Regel höher als der Außensattel, sehr selten ist er gleich hoch, und niemals niedriger. Der II. Seitensattel ist immer niedriger als der I. Seitensattel und der Außensattel.

c) Lobenbreite. Der Außenlobus ist immer breiter als die anderen, der I. Seitenlobus ist öfter breiter als der zweite, zuweilen aber gleich breit und sogar schmaler als der letztere.

d) Sattelbreite. Der I. Seitensattel ist in der Regel breiter und nur selten schmaler oder gleich breit wie der Außensattel. Der II. Seitensattel ist meist schmaler als der erste, zuweilen ist er von gleicher Breite aber niemals enger als jener.

e) Der Innenlobus zeigt eine große Veränderlichkeit, was seine Größenverhältnisse anbelangt. Die Höhe des Seitenlobus, dividiert durch die Höhe des Innenlobus, ergibt als Quotient 1·65 bis 2·55 [2—2·5].

Die angeführten Regeln, an über hundert Exemplare zählendem Material gefunden, dürfen wohl den Anspruch erheben, für die Art *Baculites anceps* als allgemein anwendbar zu gelten. Am häufigsten wird in der Literatur als Speziesmerkmal das Verhältnis der Breite der Sättel zu jener der Loben erwähnt, wird aber von verschiedenen Autoren verschieden angegeben. Das in der folgenden Tabelle vorgeführte Vergleichsmaterial ist abwechslungsreich genug um zu beweisen, daß in dieser Hinsicht von einer gewissen Stabilität nicht die Rede sein kann. Die Loben und Sättel sind hier nach der relativen Größe geordnet angegeben. Wollen wir z. B. das Verhältnis



des I. Seitenlobus zum I. Seitensattel betrachten, so finden wir, daß im Falle 1, 1 *a.* und 5 der I. Seitenlobus breiter ist als der I. Seitensattel, dagegen sehen wir in den Fällen 2., 3., 4. geradezu das Gegenteil.

1 Außenlobus, Seitenlobus I, Seitensattel I, Seitenlobus II = Seitensattel II = Außensattel.

1 *a* Außenlobus, Seitenlobus I = Seitensattel I = Seitenlobus II = Seitensattel II = Außensattel.

2 Außenlobus, Seitensattel I, Seitenlobus I, Außensattel, Seitenlobus II, Seitensattel II.

3 Außenlobus, Seitensattel II, Seitenlobus II = Seitenlobus I = Außensattel, Seitenlobus I.

4 Außenlobus, Außensattel, Seitensattel I, Seitenlobus II, Seitenlobus I, Seitensattel II.

5 Außenlobus, Seitenlobus II, Seitenlobus I, Seitensattel I, Seitensattel II = Außensattel.

Um statistische Daten, und damit die volle Gewißheit zu gewinnen, ob die Loben und Sättel derselben Linie nebeneinander in einem Abstand liegen, welcher den konstanten Verhältnisziffern entspricht, habe ich an 52 Linien Vermessungen auf diese Weise ausgeführt, daß ich jeden Sattel und Lobus mit einer Geraden halbierte, die Breite der Schalenhälfte an einer der Linie entsprechenden Höhe in 20 gleiche Teile teilte. Mit dem zwanzigsten Teil habe ich nun den Abstand der halbierenden Linien von der Mitte des Außenlobus gemessen. Die Ergebnisse habe ich in folgender Tabelle zusammengestellt, welche uns diese Beziehungen veranschaulicht.

(Siehe Tabelle Seite 336).

## 2. Varietas Valognensis.

Dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Frech in Breslau verfügte ich über 2 vorzüglich erhaltene Exemplare von Valogne, der Ortschaft, aus welcher auch der bei d'Orbigny besprochene *Baculites anceps* stammt, und konnte sie zum Vergleich heranziehen. Über ihre Größe unterrichtet uns die Taf. XIV. Fig. 7. u. 6., von denen die erste in  $\frac{9}{12}$ , die zweite in  $\frac{8}{10}$  der natürlichen Größe abgebildet sind.

Die Form und die Größe des Querdurchschnittes geben die Abbildungen 7 *b*, 7 *a.* und 6 *a.* an. Das Ausmaß des längeren

Benennung	Außensattel			I. Seitenlobus		
	maximum	durchschn.	minimum	maximum	durchschn.	minimum
B. anceps var. Leopol. .	3	4·77	5·6	7·1	7·96	9
B. anceps var. Valogn. .	4·4	4·45	4·5	8	8	8
B. anceps d'Orbigny . .	—	4	—	—	7·5	—
B. anceps v. Lüneburg .	—	4	—	—	7·4	—
B. Valognensis Böhm .	—	5	—	—	9	—
B. Hochstetteri Lieb. .	—	5·1	—	—	8·8	—

Benennung	I. Seitensattel			II. Seitenlobus		
	maximum	durchschn.	minimum	maximum	durchschn.	minimum
B. anceps var. Leopol. .	10·7	11·63	12	13·9	14·63	16
B. anceps var. Valogn. .	11·6	11·65	12·7	15·6	15·65	15·7
B. anceps d'Orbigny . .	—	11	—	14·5	—	—
B. anceps v. Lüneburg .	—	10·8	—	14·4	—	—
B. Valognensis Böhm .	—	12·6	—	16	—	—
B. Hochstetteri Lieb. .	—	12	—	14·7	—	—

Durchmessers, durch  $\frac{1}{10}$  des kürzeren dividiert, ergibt die Zahlen 15—17. Die Innenseite ist abgeplattet, dagegen ist die Außenseite mit mehr (Fig. 7 *b*, 7 *a*, S. 337) oder weniger (Fig. 6 *a*.) scharfem Kiel versehen. Der untere Querschnitt des Exemplars 7 *b*. (7 *a*) hat dieselben Ausmaße wie der obere des Exemplars 6 *a*, was zu der Vermutung berechtigt, daß die Veränderlichkeit des Querschnittes bei dieser Varietät in derselben Richtung geht wie bei der Lemberger. Die Bestätigung dieser Annahme habe ich in der Litera-

tur bei Kossmat<sup>1)</sup> gefunden. Wir lesen dort auf Seite 157: „Durch den einfachen, gerundeten Kiel im Alter wird *Baculites vagina* var. *simplex* dem *Baculites anceps*, welcher im Alter ebenfalls oft einen schwachen Kiel zeigt (so ein mir vorliegendes Stück aus dem obersten Senon von Fresville (Manche)) sehr ähnlich“.

Zu dieser Varietät gehört auch *Baculites Valognensis* Böhm, welcher zwischen den Lemberger und d'Orbignys Bakuliten ein

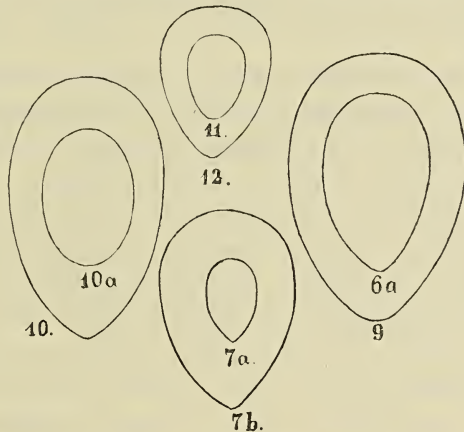


Fig. 7 b. 7 a. 6 a. *Baculites anceps* var. *Valognensis*. Querschnitte (B.) Valogne.

Fig. 9. *Baculites anceps* var. *Valogn.* Querschnitt des *B. valognensis* Böhm (T. I. 13. b.) 3 mal vergrößert.

Fig. 10. 10 a. 11. *Baculites Hochstetteri* Lieb. Querschnitt reproduziert v. Liebus (T. VI. 5.) 5 mal vergrößert.

Fig. 12. *Baculites anceps* var. *Valogn.* Querschnitt v. d'Orbigny T. 139. Fig. 6.

Übergangsglied bildet. Er hat denselben Querschnitt (Fig. 11. und vergr. Fig. 9.) wie d'Orbignys Bakuliten (Fig. 12 = bei d'Orbigny Taf. 139. Fig. 6.) und die Exemplare von Valogne aus dem Breslauer Museum (Fig. 6 a.), jedoch ist die Zuschärfung der Siphonal-seite nicht mehr so deutlich.

Fig. 6. und 7. beweisen die absolute Richtigkeit der Behauptung d'Orbignys, daß die gerippten Exemplare von den glatten speziell nicht unterschieden werden dürfen, wie ich dies ebenfalls bei der Lemberger Varietät außer jedem Zweifel konsta-

<sup>1)</sup> Kossmat F.: Untersuchungen über die südindische Kreideformation (Beitr. z. Paläont. etc. Bd. 9.).



tierte. An den Flanken der beiden abgebildeten Exemplare sieht man halbmondförmige Rippen verlaufen. Sie fangen aber bei Fig. 6 ziemlich hoch oben an, sind unregelmäßig verteilt und treten stärker hervor, dagegen an Fig. 7 sind sie viel tiefer sichtbar, dafür sind sie schwächer. Ich fühle mich daher berechtigt, die Verschiedenheit der Flankenskulptur als Symptom rein individueller Schwankungen aufzufassen und deswegen halte ich die Ausscheidung mehrerer Arten, welcher nur die Skulpturunterschiede in den angegebenen Grenzen zu grunde liegen, für unmöglich.

Die Länge der Lobenlinie von der Siphonal- bis zur Antisiphonalseite, dividiert durch deren Breite an der breitesten Stelle, gibt die Zahlen 3—5·25. Für die Entfernung zweier Linien voneinander gelten dieselben Regeln wie bei *var. Leopoliensis*.

An dem Aufbau der Lobenlinie sind genau dieselben Elemente beteiligt, wie wir sie bei *var. Leopoliensis* nachgewiesen haben, also gilt die bei jener angegebene Beschreibung der Lobenlinie auch für diese, jedoch mit folgenden Bemerkungen: die Sättel sind bei *var. Valognensis* hie und da weniger schlank als bei *var. Leopoliensis*, die Zerschlitzung der Loben und Sättel ist zuweilen nicht so tief und ihre Einzelheiten treten bisweilen undeutlicher hervor (*c c''*). Diese kleinen Unterschiede machen sich am meisten bemerkbar in Fig. 1, welche eine Kopie der Zeichnung d'Orbignys (Taf. 139, Fig. 7) darstellt, weniger evident sind sie in Fig. 3., welche den Bakuliten von Valogne aus dem Breslauer Museum bringt, und die Lobenlinie von Böhm (Fig. 4) stimmt in dieser Beziehung mit den Lemberger Formen vollkommen überein.

Schlüter<sup>1)</sup> und Böhm<sup>2)</sup> legen bei der Charakteristik der Lobenlinie ihrer Exemplare besonderes Gewicht auf die Tatsache, daß der II. Seitenlobus bei dem *B. Valognensis* auf den Rücken verschoben ist. Jedoch belehrt uns die kleine Tafel auf Seite 336, daß dieser Lobus, obgleich er in der Zeichnung Böhms von der Mitte des Außenlobus im Abstände 16 liegt, noch in den Grenzen der Veränderlichkeit der Lemberger Variation ganz gut Raum findet, daß also diese Tatsache, auch wenn sie wirklich vorhanden ist, zur Ausscheidung einer anderen Spezies nicht berechtigt, um-

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 145.

<sup>2)</sup> a. a. O. S. 50.

somehr da andere Exemplare von Valogne in dieser Beziehung denjenigen von Lemberg noch näher stehen.

Die Gesetze der Größenbeziehungen zwischen Loben und Sätteln sind mit denen der Lemberger Varietät identisch. Da sie diese Beziehungen erschöpfend präzisieren und für jeden Fall ohne Ausnahme anwendbar sind, so bin ich bezüglich der Deutung dieses Falles der Meinung, er sei der wichtigste Stützpunkt für die Identifizierung beider Varietäten als eine Spezies.

Die *Varietas Valognensis* unterscheidet sich also von *Varietas Leopoliensis* durch folgende Merkmale: 1) *Var. Valognensis* ist kleiner 2) ihre Siphonalseite ist gewöhnlich schon früher mit mehr oder weniger scharfem Kiel versehen, welcher bei *Var. Leopoliensis* gewöhnlich erst später erscheint 3) Die Breite der Lobenlinie (Höhe der Loben) ist hie und da kleiner 4) die Zerschlitung der Lobenlinie ist bisweilen weniger tief.

Diese Unterscheidungsmerkmale sind nicht scharf genug, um die Trennung der beiden Varietäten als berechtigt erscheinen zu lassen, denn jedes muß durch die Worte „zuweilen“ „gewöhnlich“ u. s. w. eingeschränkt werden, und in der Übergangsreihe verschwinden sie ziemlich rasch.

### Aptychus.

Eines der Lüneburger aus den Sammlungen v. Moritz herührenden Exemplare, welches auch Schlüter (Seite 149) erwähnt, besitzt die mit Schlüters Beschreibung gut übereinstimmende Gestalt, nur sind die Außenränder 0.5 cm breit, glatt und glänzend. (Fig. 1. Taf. XIV.).

### Synonymik.

#### 1. *Varietas Leopoliensis*.

1817. *Baculites Knorrianus* Desmarest.

Desmarest N.: Mémoire sur deux genres de coquilles fossiles cloisonnées et à siphon. Journ. d. Physique etc., par de Blainville, Bd. 85. S. 48. T. I. 3.

1827. *Baculites anceps* Lamarck.

Nilsson S.: Petrificata suecana formationis cretaceae. Pars I. Lond. 1827. S. 6. T. II. 5 A. B.

1842. *Baculites maximus* Hagenow.

Hagenow F.: Monographie der Kreide-Versteinerungen Neupommerns und Rügens III.: Mollusken (Neues Jahrb. für Mineralogie J. 1842 S. 40.).

Das Exemplar besitzt flache Rippen und, obgleich der Verfasser seinen Querschnitt elliptisch nennt, gehört es dem Anschein nach unserer Art an.

1849—1850. *Baculites Knorri* Desmarest.

Geinitz H. B.: Das Quadersandsteingebirge u. s. w. 1849—1850, S. 122. T. V. 4. 5.

Die Lobenlinie, welche auch Schlüter reproduziert, ist, wie mir scheint, ein wenig abgerundet. Es gilt dies vor allem für den Innenlobus, an dessen Ende die Dreiteiligkeit in der Zeichnung so ausgeprägt erscheint, wie ich dies auf keiner einzigen Schale beobachten konnte, obgleich mir über hundert zur Verfügung standen.

1847. *Baculites anceps* Lam.?

Kner R.: Versteinerungen des Kreidemergels von Lemberg etc. Naturw. Abh. hrg. v. W. Haidinger. Wien, Bd. III 1850 S. 13. T. III. 1. 1a.

1849. *Baculites anceps* Lam.

Alth A.: Geognostisch-paläontologische Beschreibung der nächsten Umgebung von Lemberg. Naturw. Abh. hrg. v. W. Haidinger. Bd. III. 1850. S. 208. T. XI. 1a—d. 2.

Der Verfasser, welcher die Nagórzanyer Exemplare der Art *Baculites anceps* zuteilt, hebt vorzüglich die Veränderlichkeit ihres Querschnittes hervor, welcher sich speziell im späteren Alter vom Valognier nicht unterscheidet. Ebenfalls scharfsinnig wurde bemerkt, daß d'Orbignys Lobenlinie nur weniger ausgezackt ist. Was ihre Beschreibung betrifft, kann ich behaupten, daß dieselbe, abgesehen von manchen Einzelheiten, welche auf individuelle Schwankungen zurückzuführen sind, von allen mir bekannten Beschreibungen die beste ist. Es möge auch hervorgehoben werden, daß, obgleich dieser Autor nur glatte Stücke kannte, er sie dieser Art einzureihen nicht wagte, und zwar auf der Anschauung d'Orbignys fußend, daß es in der besprochenen Art sowohl glatte als auch gerippte Formen gibt.

1850. *Baculites Knorrianus* Desm.

Kner R.: Neue Beiträge zur Kenntnis der Kreideversteinerungen von Ost-Galizien (Denkschriften d. Akademie d. Wiss., math.-naturw. Kl., Bd. III. S. 301. T. XV. 15a—c.



Anfangs hat Kner die Nagórzanyer Bakuliten mit Lamarcks Namen belegt, später aber, offenbar unter Geinitz's Einfluß, hat er dies widerrufen. Wie er sie überhaupt der Spezies *Knorrianus* oder *anceps* einreihen konnte, wenn er ihren Querschnitt als elliptisch beschreibt, ist mir unverständlich.

1863. *Baculites anceps* Lam.

Plächetko S.: Das Becken vom Lemberg. Gymnasialprogramm, Lemberg 1863. S. 12.

1863. *Baculites Knorri* Desm. Geinitz.

v. Strombeck A.: Ueber die Kreide am Zeltberg bei Lüneburg. Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. XV (1863). S. 139.

1876. *Baculites Knorrianus* Desm. Geinitz.

Schlüter Cl.: Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Paläontographica Bd. XXIV. S. 146. Bd. XXXIX. 16—20.

Schlüters Exemplare erreichen nicht die Größe der unsrigen. Was den Umstand anbelangt, daß Schlüter nur glatte Schalen erwähnt, können hier folgende Eventualitäten eintreten. Entweder haben wir wirklich mit glatten Formen zu tun, da Schlüter die gerippten mit dem *Baculites anceps* vereinigte, oder man könnte vielleicht doch in einer günstigen Beleuchtung hie und da Skulpturen beobachten. Aus der Nagórzanyer Kreide hat man ja bisher ebenfalls nur glatte Bakuliten beschrieben und abgebildet, obgleich die gerippten wenigstens ebenso oft zu finden sind wie die glatten. Gegen die Vereinigung mit *Baculites anceps* erhebt Schlüter den Einwand, daß *B. a.* erheblich kleiner ist. Es würde, meiner Ansicht nach, zu weit führen, wenn wir bei den besser bekannten lebenden Tieren nur auf Grund der verschiedenen Größe in Arten gliedern wollten. Die angeblichen Unterschiede in der Lobenlinie und im Querschnitte habe ich früher besprochen.

1876. *Baculites anceps* Lam.

Brauns D.: Die senonen Mergel des Salzberges bei Quedlinburg und ihre organischen Einschlüsse. Zeitschr. f. d. ges. Naturw., Bd. XLVI, 1876. S. 344. Irrtümlich ist hier die Vereinigung von *Baculites vertebralis* und *Baculites incurvatus*.

1902. *Baculites Knorrianus* Desm.

Wollemann A.: Die Fauna der Lüneburger Kreide. Abh. d. Preuß. geol. Landesanstalt. N. F. H. 37. (1902). S. 98.

1902. *Baculites Knorrrianus* Desm.

Ravn I. P. J.: Molluskerne i Danmarks Kridtaflejringer II. D. Danske Vidensk. selsk. Skrifter, 6 Reckke, naturv. og math. Afd. XI. 4. S. 250.

## 2. Varietas Valognensis.

1822. (?) *Baculites anceps* Lamarek.

Lamarek: Hist. anim. sans. vertèb. Bd. VII. S. 648.

1840. *Baculites anceps* Lamarek.

d'Orbigny A.: Paléont. franç. Terr. crét. Bd. I. S. 565. T. CXXXIX, 1—7.

d'Orbigny gibt in der Zeichnung (T. 139. Fig. 7) wie auch in der Beschreibung an, daß der Außenlobus dem I. Seitenlobus an Tiefe und Breite gleichkommt. Dies steht im Widerspruch mit den von mir an den Bakuliten von Valogne ausgeführten Messungen, nach denen jener Lobus immer breiter ist als der I. Seitenlobus, und dieser in der Regel tiefer als jener. Aus der Zeichnung ersieht man, daß der Außensattel fast von gleicher Breite ist wie der Laterallobus. Nach d'Orbignys Bericht ist diese Zeichnung eine Vergrößerung. Da diese Verhältnisse, wie ich zeigen werde, die älteren Bakuliten kennzeichnen und an den jungen Lemberger Bakuliten beobachtet werden können, da auch an den Valogner Bakuliten in dieser Beziehung zwischen den jüngeren und den älteren ein kleiner Unterschied wahrgenommen werden kann, neige ich zu der Meinung hin, diese Erscheinung als die Erinnerung eines älteren Gliedes in der phylogenetischen Kette im Sinne des biogenetischen Prinzips zu betrachten. Mit dem Alter verschwinden diese Kennzeichen ziemlich rasch. Der Außensattel soll nach d'Orbigny breiter sein als der I. Seitenlobus. Immerhin stellt dieser Fall nicht die Regel dar, wenn man auch das Gegenteil bemerken kann, wie die Tafel auf S. 336. zeigt. Dasselbe gibt auch für die Tatsache, daß bei d'Orbigny der II. Seitenlobus gleich breit ist wie der erste. Der Innenlobus soll 7 Abzweigungen haben. Wie ich in der Beschreibung gezeigt habe, besitzt dieser Lobus eigentlich nur 5 Seitenzweige; bisweilen zerfällt jedoch das unterste Paar in zwei Nebenzweige, und es kommt noch ein Paar hinzu.

1852. *Baculites anceps* Lam.

Römer F.: Kreidebildungen von Texas etc. Bonn 1852. S. 36.

T. II. 3 a—g.

1861. (?) *Baculites anceps* Lam.

Binkhorst I. T.: Monographie des Gastéropodes et des Céphalopodes de la Craie supér. du Limbourg. Bruxelles et Maestricht 1861. S. 42. T. 5 d. 3 a—d.

1873. *Baculites anceps* Lam.

Redtenbacher A.: Die Cephalopodenfauna der Gosauschichten u. s. w. Abh. d. geol. Reichsanstalt. B. V. Wien 1873. S. 133. T. XXX. 14.

1873. *Baculites Faujassi* Lam.

Redtenbacher A. Ibid. S. 132. T. XXX. 13 a, b.

1876. *Baculites anceps* Lam., d'Orb.

Schlüter O.: Cephalododen der oberen deutschen Kreide. II. Paläontographica, Bd. XXIV. S. 145. T. XL. 2.

Wie erwähnt, hatte Schlüter Bedenken, ob es in Valogne nicht zwei Arten von Bakuliten gebe, eine gerippte mit der Lobenlinie wie bei d'Orbigny, und eine andere glatte, zumal er ein Exemplar von derselben Lokalität besaß, dessen zweiter Seitenlobus gegen die Rückenseite verschoben war. Wie ich nachgewiesen habe, findet dieser Fall in den konstatierten individuellen Schwankungen seine Erklärung.

1888—9. *Baculites anceps* Lam.

Griepenkerl O.: Die Versteinerungen der senonen Kreide von Königslutter im Herzogtum Braunschweig. Paläont. Abh. hersg. v. Dames u. Kayser, Bd. IV. 1888—1889. S. 106. T. XI (XLIV). 2.

Dieser Verfasser kennt neben den glatten auch gerippte Formen. Die Individuen mit glatten Flanken und mit zarten Streifen am Rücken und Bauch hatte er (vgl. Tagblatt d. Naturforscher-Versammlung in Hamburg 1876, S. 91.) als eine neue Spezies *Baculites sublaevis* ausgeschieden. Wahrscheinlich aber gehören sie ebenfalls hieher.

1891. *Baculites Valognensis* Böhm.

Böhm J.: Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. Paläontographica. Bd. 38. S. 50. T. I. 13 a, b.

Was die von Böhm angegebene Siebenfingerigkeit des Innen-



lobus betrifft, erinnere ich an die Bemerkungen, welche ich bei derselben Gelegenheit in der Besprechung des *Baculites anceps* bei d'Orbigny geäußert habe. Die angebliche Verschiebung des II. Seitenlobus habe ich ebenfalls schon früher erörtert. Nach diesem Autor soll die Tiefe des I. Seitenlobus der Breite der ihn einschließenden Loben gleich sein, und seine Breite erreicht kaum die Hälfte dieser Breite. Es ist dies die Beschreibung eines Falles, dessen Details in den Grenzen der festgestellten Veränderlichkeit Raum finden, die aber bei der Bestimmung nicht allgemein anwendbar sind, da sie diese Unbeständigkeit nicht berücksichtigen.

1902. *Baculites Valognensis* Böhm.

Ravn I. P. J.: loco citato.

1904. *Baculites anceps* Lam.

Lasswitz R.: Die Kreide-Ammoniten von Texas (Collectio F. Roemer). (Geol. u. paläont. Abh. hrg. v. E. Koken, N. F. B. VI. H. 4. 1904.). S. 15.

1905. *Baculites* cfr. *anceps* Lam.

Wegner: Die Granulatenkreide des westlichen Münsterlandes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., Bd. 57. S. 207.

Der Verfasser beschreibt einen Fall, wo man am hinteren Ende unter günstigen Lichtverhältnissen die bekannten halbmondförmigen Rippen sieht, während das vordere Ende frei davon bleibt.

1907. *Baculites anceps* Lam.

Boule M.: Paléontologie de Madagascar III. Céphalopodes crétacés des environs de Diego-Suarez. Annales de Paléontologie T. II. 1907. S. 64.

### Verwandtschaftsbeziehungen und Unterschiede.

In nächstem Verwandtschaftsverhältnis zu der behandelten Art stehen alle jene Bakuliten, die in der zunächst zu besprechenden Systematik unter dem Subgenus *Baculites* s. str. zusammengefaßt werden. Es mögen in kurzem einige Betrachtungen dem *Baculites Hochstetteri* Lieb. (A. Liebus: Über einige Fossilien aus der karpatischen Kreide, Beitr. zur Paläont. Öst.-Ung. u. des Orients. Bd. 14. S. 119) gewidmet sein, welcher dem *Baculites anceps* außerordentlich nahe steht. Die flache Skulptur seiner Flanken, der mit dem Alter vom fast elliptischen zum eiförmigen sich verändernder Querschnitt, und, was das wichtigste ist,

sein Lobenbau zwingen mich zu der Vermutung, daß wir hier durchaus nur mit einer angustisellaten Varietät des *Baculites anceps* zu tun haben. Nach dem Verfasser unterscheidet sich *Baculites Hochstetteri* vom *Baculites anceps* durch die Breite der Sättel in der Lobenlinie. Wie ich oben gezeigt habe, brauchen wir darauf keine Rücksicht zu nehmen, denn sogar in der uns von d'Orbigny überlieferten Auffassung des *Baculites anceps* sind einmal diese Sättel breiter, ein anderes Mal schmaler. Es soll ihn ferner eine deutlichere Flankenskulptur unterscheiden. Diese Angabe ist unverständlich angesichts der Feststellung d'Orbignys, welcher in dieser Art sowohl glatte, als auch gerippte Exemplare kennt. Von den Lemberger Bakuliten unterscheiden ihn nach Liebus die Größe und die Details im Lobenbau. Auf die Größenunterschiede darf man kein zu großes Gewicht legen, speziell wenn es sich um wenige Bruchstücke handelt. Auch in der Kammerbreite sehen wir keinen Unterschied, was ich oben wohl ausreichend begründet habe. Für die Größenbeziehungen zwischen den Loben und Sätteln gelten dieselben Regeln wie bei *B. anceps*; meiner Ansicht nach wäre es also viel mehr angezeigt, diesen Bakuliten mit *Baculites anceps* zu vereinigen als für ihn eine neue Spezies aufzustellen. Ich werde unten noch Gelegenheit haben, auf eine große Anzahl von Exemplaren gestützt, beweisen zu können, daß die letzten Ammonitiden sich durch ein sehr beträchtliches Variationsvermögen auszeichnen, und diesen Beweis glaube ich bei den Bakuliten erbracht zu haben. Hervorragend ist besonders die Ähnlichkeit der Lemberger Varietät mit dem indischen *Baculites vagina* For. und speziell mit *Var. simplex*. Die Veränderung der Skulptur und des Querschnittes, welcher im jungen Stadium oval, später eine kantige Gestalt annimmt, führen unwillkürlich zu der Vermutung, daß sie zwischen *Baculites vagina* und *Baculites anceps* einen Übergang bildet. Die Unterschiede vom *Baculites vertebralis* werde ich bei jenem besprechen.

### Vorkommen.

*Baculites anceps* gehört in Europa zu den häufigsten Versteinerungen der oberen Kreide. Man kennt ihn im ganzen Senon, obgleich seine größte Verbreitung erst in die obersten Kreideschichten (Stufe des *Pachydiscus neubergicus* de Grossouvre) fällt. In der Lemberger Kreide ziemlich selten, obgleich ebenfalls vorhanden, bildet er in der Nagórzanyer Kreide bisweilen ganze Bakulitenbänke. Sonst

ist er in Europa aus der polnischen, nord- wie süddeutschen Kreide, den Gosauschichten, aus dem dänischen, schwedischen, nordfranzösischen, aquitanischen, pyrenäischen (meistenteils oberen) Campanien bekannt; auch in dem palästinischen, madagaskarischen und nordamerikanischen (Texas, Alabama, Missouri) Senon hat man ihn gefunden.

### **Baculites Vertebralis** Lamarek.

Diese Art wurde besonders in der Lemberger Kreide mit der vorigen oft verwechselt. Es wurden nämlich glatte Bruchstücke von *Baculites anceps* mit fast elliptischem Querschnitt zum *Baculites vertebralis* gezählt. Sein Erhaltungszustand ist viel schlechter, als der des *Baculites anceps*, es sind meistens nur kleine, mit Eisenhydroxyd rotbraun gefärbte Bruchstücke ohne erhaltene Lobenlinie. *Baculites vertebralis* zeigt eine viel geringere Wachstumszunahme im Querschnitt, der immer fast elliptisch ist und mit einer sehr schwa-



Fig. 8 a. *Baculites vertebralis*, Querschnitte.

chen Verengung der Siphonalseite. Die Lobenlinie (Fig. 12.) zeigt im Vergleich mit der von *Baculites anceps* deutliche Unterschiede. Der II. Lateralsattel ist zwar wie bei jener Art am größten, wie aber bei *Baculites anceps* der II. Seitensattel wegen seiner meist unvollständigen Entwicklung zwischen den Sätteln nur eine untergeordnete Rolle spielte, so ist er hier sehr regelmäßig und symmetrisch gebaut, gleicht an Breite dem I. Seitensattel und ist bisweilen sogar breiter als jener und niemals gegen die Siphonalseite geneigt. Die Zerschlitzung der Lobenlinie ist weniger tief als bei *Baculites anceps*, die Sättel sind an der Basis nie so stark verengt, und ihre äußersten Spitzen bilden gewöhnlich eine fast gerade Linie, der Außenlobus ist ungewöhnlich breit.

Diese Art besitzt in der polnischen Kreide eine große Verbrei-



tung In der Lemberger, wie auch in der Nagórzanyer Kreide gehört sie zu den häufigsten Versteinerungen. Sie kommt bei uns aber auch in tieferen Horizonten vor, denn ich kenne sie aus der Quadratenkreide von Stanislaw und Bortniki. Prof. Siemiradzki gibt diesen Bakuliten aus der Lubliner und Römer aus der schlesischen Kreide an.

### Systematische Übersicht der Gattung *Baculites*.

Kossmat ist der Meinung, daß sich in unserem Genus 3 Formengruppen unterscheiden lassen und zwar: 1. Die des *Baculites Gaudini* 2. des *Baculites baculoides* und 3. des *Baculites anceps*. In meinem Bestreben nach einer Aufstellung von natürlichen Speziesgrenzen für die Art *Baculites anceps* hat mich naturgemäß auch die Systematik der ganzen Gattung interessiert, da erst im ganzen System die Richtigkeit der Auffassung einer Spezies kontrollierbar ist. Aus dieser Untersuchung geht hervor, daß die Bakuliten eine vollkommene phylogenetische Reihe bilden, deren jüngere Glieder in den jüngeren Stadien ihrer individuellen Entwicklung nicht selten den älteren Gliedern dieser Kette folgen und erst später neue spezifischen Eigenschaften zum Ausdruck bringen.

Bevor ich zur eigentlichen Systematik übergehe, muß ich noch einige ältere Bakuliten besprechen. Fritsch & Schlönbach haben die bekannten Bakuliten aus Laun in Böhmen nur als eine Varietät *Bohemica* ausgeschieden und mit *Baculites Faujassi* Lam. (von Schlüter als identisch mit *Baculites vertebralis* nachgewiesen) vereinigt. Dem muß ich aus folgenden Gründen widersprechen. Was die Skulptur betrifft, hat *Baculites vertebralis* eine vollkommen glatte Schale, bisweilen sind nur höchstens zarte Anwachsstreifen sichtbar, dagegen hat der böhmische Bakulit, besonders die älteren Exemplare, deutliche Flankenrippen. Bei *Baculites vertebralis*, wie auch *Baculites anceps* ist in der Lobenlinie der I. Seitensattel am größten, der II. verhältnismäßig symmetrisch und aus gleichen Elementen wie der I. gebaut. Bei dem Launer Bakulit ist dagegen der Außensattel am größten, der I. Seitensattel immer kleiner als der Außensattel, der II. wiederum schwächer als dieser u. s. w. Selbstredend ist auch die Zerschlitzung der Struktur jener des *Baculites vertebralis* nur in großen Zügen ähnlich.

Die unsymmetrische Stellung des Außenlobus ist keineswegs nur auf diesen Bakuliten beschränkt, denn man begegnet ihr hie

und da sogar bei *Baculites anceps*. Dasselbe gilt auch für die unregelmäßigen Abstände der Kammerscheidewände. In diesem Verhalten prägen sich zwischen beiden Bakuliten so prinzipielle Unterschiede aus, daß von einer Identifizierung beider keine Rede sein kann. Ich trenne daher den Launer Bakuliten vom *Baculites vertebralis* Lam., als eine selbständige Art ab unter dem Namen

### **Baculites Bohemicus.**

Es hat dies schon Schlüter<sup>1)</sup> bei der Besprechung seines *Baculites cf. Bohemicus* teilweise getan, ohne es jedoch eingehender zu begründen.

Auch den von Kossmat als *Baculites aff. Bohemicus* beschriebenen Bakuliten bin ich geneigt, als eine besondere Spezies

### **Baculites Kossmati**

aufzufassen und zwar aus dem Grunde, weil es in der Lobenlinie genug wichtige Anhaltspunkte dafür gibt. *Baculites Bohemicus* hat wie erwähnt vom Außensattel an bis zum II. Seitensattel alle Sattel nach der Größe geordnet, was bei *Baculites Kossmati* nicht der Fall ist, da bei ihm wie bei *Baculites anceps* schon der II. Seitensattel den ersten an Höhe übertrifft. Durch die Beschaffenheit der Schale nähert er sich entschieden dem *Baculites bohemicus*. Es soll zunächst hervorgehoben werden, welche Rolle er in der Systematik spielt.

Ich kann nicht entscheiden, ob die eigentlichen Bakuliten von den Bochianiten abstammen oder von anderen Lytoceratiden hergeleitet werden müssen, deshalb will ich unmittelbar zu den eigentlichen Bakuliten übergehen. Albienocenomane Bakuliten wie z. B. *Baculites Gaudini* sind im Querschnitt breit elliptisch, haben eine mit Streifen bedeckte Schalenoberfläche, welche Streifen über die Flanken nach Abwärts laufend immer schwächer werden und schließlich an der Antisiphonalseite gänzlich verkümmern. Ein charakteristisches Merkmal der Lobenlinie ist es, daß von dem am stärksten ausgebildeten Außenlobus an die folgenden immer schwächer werden. Der Außenlobus ist sehr schmal und der II. Seitenlobus ist unregelmäßig gebaut und gegen die Siphonalseite stark geneigt. Man kann diese Formen als eine seitliche Abzweigung von

<sup>1)</sup> Schlüter Cl.: Cephalopoden der oberen deutschen Kreide, Paläontographica Band 24. S. (20) 140.

*Baculites baculoides* auffassen, die den II. Seitenlobus stark entwickelt haben. Bei manchen Exemplaren *Baculites baculoides* laufen die Rippen auch über die Antisiphonalseite, wo sie jedoch nicht nach aufwärts umgebogen sind.

Der turone *Baculites bohemicus* besitzt in seinen jungen Stadien denselben Querschnitt wie die cenomanen Bakuliten; mit dem Alter wird er immer schmaler. Auch die äußere Schalenfläche ist in der Jugend anders beschaffen als später. Junge Exemplare besitzen die Ornamentik des Typus von *Baculites Gaudini*, die Rippen laufen an den Flanken schief abwärts und verschwinden an der Antisiphonalseite. Später ändert sich der Charakter des Schalenreliefs: die Streifen schwinden bereits an der Siphonalseite, an den Flanken schwellen sie stärker an, dann passieren sie, an Stärke abnehmend, die Antisiphonalseite, wo sie deutlich in einen Bogen nach aufwärts abbiegen. Die Lobenlinie zeigt bei jungen Exemplaren ebenfalls eine sukzessive Anordnung der Sättel vom größten zum kleinsten. An den älteren kann man schon hie und da den interessanten Fall beobachten, daß der I. Seitenlobus, was die Höhe, zuweilen auch die Breite anbelangt, dem Außenlobus gleichzukommen pflegt. Der noch jüngere *Baculites Kossmati* besitzt eine glatte Oberfläche, aber seinem Lobenbau nach steht er zwischen den besprochenen Bakuliten und der jüngeren Gruppe, welche den Gipfel ihrer Entwicklung im oberen Senon erreicht.

Die ihr angehörenden Bakuliten besitzen einen noch schmäleren Querschnitt. In der Jugend ist er bisweilen breiter und fast elliptisch, bald wird er eiförmig bis zum beinahe herzförmigen. Es tritt immer deutlicher die Tendenz zur Bildung von scharfen Kanten auf, und die anfangs ärmliche Skulptur bildet vielgestaltige Rippen und Knoten, welche in ihrem Verlauf auf der Siphonalseite deutlich hinaufbiegen. Die Lobenlinie weist einen Umschwung in der Richtung auf, daß unter den Sätteln der I. Seitensattel seiner Größe und der Vollkommenheit der Ausbildung nach den ersten Platz einnimmt. Der Außenlobus breitet sich außerordentlich aus und der II. Seitensattel nimmt auch eine mehr symmetrische Gestalt an und (*B. vertebralis*) ist gegen die Siphonalseite nicht mehr so deutlich geneigt. Diese jüngsten Bakuliten übertreffen die älteren weit an Formen- und Individuenreichtum. Es bestehen mithin genügende Gründe, um beide besprochenen Gruppen als Untergattungen anzusehen.



### Subgenus I. *Lechites* Now.

#### Charakteristik.

*Querschnitt*: Breitelliptisch. *Schalenskulptur*: Schwache Rippchen laufen über die Siphonalseite, dann über die Flanken schief nach abwärts und verschwinden allmählich (*Baculites Gaudini*), oder sie vereinigen sich auf der Antisiphonalseite ohne sich hier hinaufzubiegen (*Baculites baculoides*), oder es tritt dieses Merkmal schwach angedeutet erst im späteren Alter hervor (*Baculites bohemicus*).

*Lobenlinie*: Am stärksten ist der Außensattel, die folgenden gradatim immer schwächer.

#### Arten:

1. *Baculites Gaudini* Pictet et Campiche. Matériaux pour la Paléontologie Suisse, III. Partie II. (Genève 1860). S. 112. T. LV. 5—11.
2. *Baculites baculoides* Mantell. Mantell: Geology of Sussex. S. 123. T. XXII. 6. 7.
3. *Baculites Bohemicus* Fritsch & Schlönbach sp. em. Now.
4. *Baculites cf. Bohemicus* Fr. & Schl. (Schlüter). Schlüter Cl.: Cephalopoden d. ober. deut. Kreide. S. (20) 140. T. XXXIX. 1—5.
5. *Baculites Kossmati* n. sp. m.

### Subgenus II. *Baculites* s. str.

#### Charakteristik.

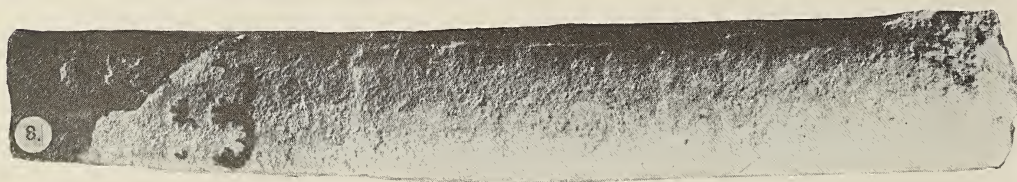
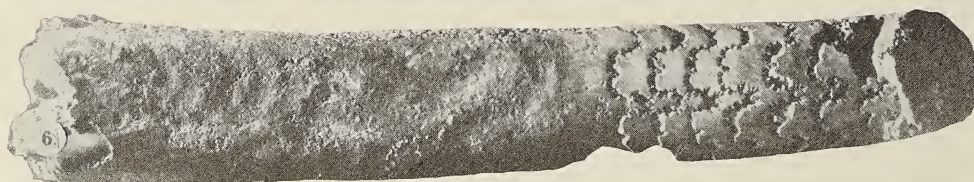
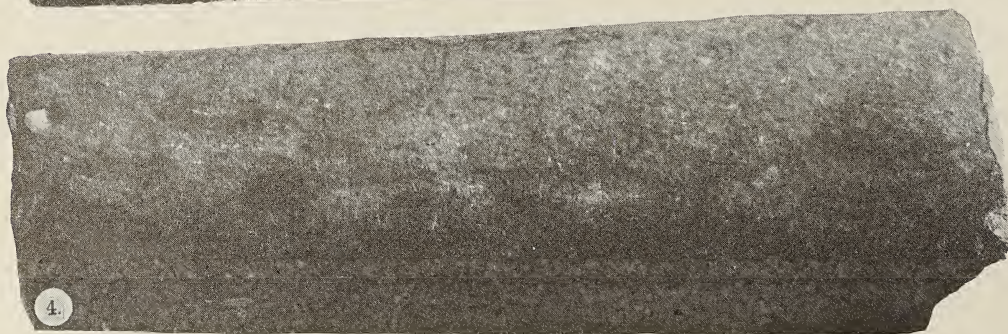
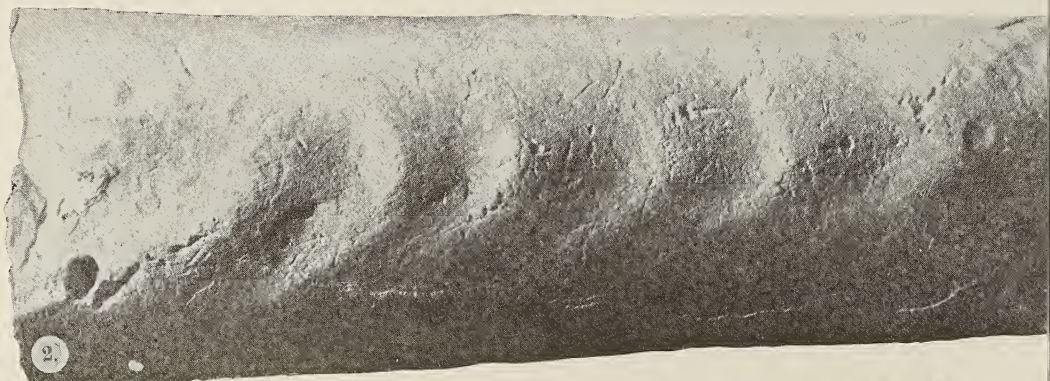
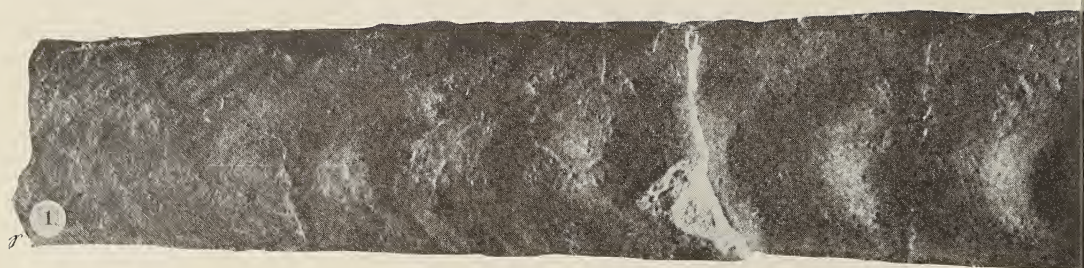
*Querschnitt*: Schmal-elliptisch, ei- bis herzförmig mit Verschmälerung der Siphonalseite. *Schalenskulptur*: Glatte bis stark gerippte Formen, die Anwachsstreifen bilden an der Antisiphonalseite einen nach aufwärts konvexen Bogen. *Lobenlinie*: Am stärksten ist der I. Seitenlobus entwickelt.

#### Arten:

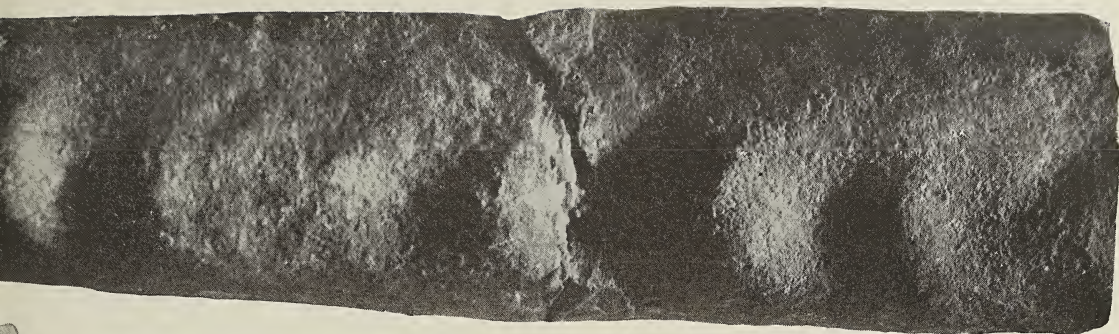
1. *Baculites anceps* Lamarck sp. emend. m.
2. *Baculites incurvatus* Dujard. Dujardin F.: Mémoire sur les couches du Sal en Touraine (Mém. de la Société géolog. de France T. II). S. 232. T. XVII. 3.
3. *Baculites carinatus* Binkh. Binkhorst J. T.: Monographie des Gastéropodes et des Céphalopodes de la Craie du Limbourg S. 43. T. V d. 2 a—d.
4. *Baculites vertebralis* Lam. Lamarck: Syst. des anim. S. 103.
5. *Baculites Fuchsi* Redtenb. Redtenbacher A.: Cephalopo-



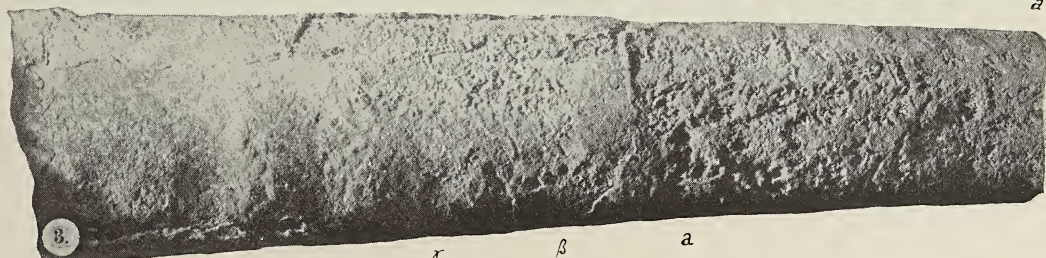








a



8.

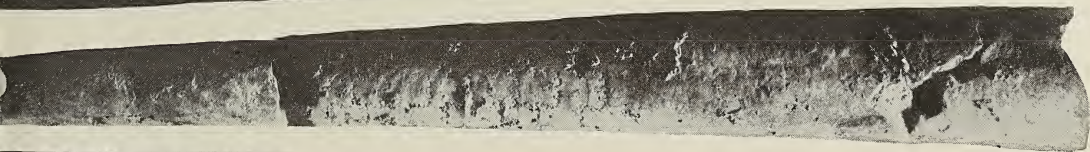
$\epsilon$

$\delta$

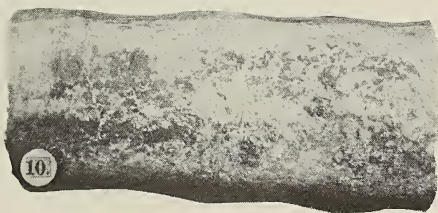
$\gamma$

$\beta$

a



9.



10.



11.











denfauna d. Gosauseichten. (Abhandl. d. geol. R.—A., Bd. V.). S. 134. Taf. XXX. 15.

5. *Baculites vagina* Forbes. Forbes: Trans. Geol. Soc., II. Ser., Bd. VII. S. 114. T. X. 4.

Amerikanische Bakuliten wurden in dieser Systematik nicht berücksichtigt. Die betreffende Literatur war mir leider in beschränktem Maße zugänglich und die Parallelisierung der einzelnen Horizonte der amerikanischen Kreide mit denen der europäischen ist im einzelnen vielleicht noch nicht so weit fortgeschritten, um darauf detaillierte systematische Studien stützen zu können. Im großen aber dürfte, wie mir scheint, die Entwicklung amerikanischer Bakuliten mit den phylogenetischen Momenten unserer Systematik gut stimmen. Z. B. hat *Baculites compressus* Say nach Amos P. Brown im geraden Teile der Schale anfangs einen kreisförmigen, später einen eiförmigen und bei ausgewachsenen Exemplaren einen beinahe dreiseitigen Querschnitt. In der Lobenlinie ist der I. Seitensattel am stärksten, man könnte also diesen Bakuliten der Untergattung *Baculites* s. str. einreihen. Über die Abstammung der Bakuliten gibt uns diese Spezies Aufschluß insoferne, als die Zahl der Loben schon im II. Septum angelegt ist; es dürften also Bakuliten auf keinen Fall von den Bochianiten abstammen, welche beständig um ein Paar Loben weniger zählen.

(Siehe Tabelle Seite 352).

Es sei mir vergönnt, an dieser Stelle dem Galizischen Landesausschuß, den Herren Proff. J. Niedzwiedzki, M. Łomnicki, F. Frech und insbesondere Herrn Prof. R. Zuber meinen besten Dank auszusprechen.

Aus dem geologisch-paläontologischen Institut der Universität Lemberg.

### Erklärung der Tafel.

Fig. 1. *Baculites anceps* var. *Leopoliensis*. Verkleinert 1:8  $\times$  sichtbare flache, kurze Rippen. Unteres Ende glatt mit sichtbaren feinen Anwachsstreifen (U. L.) Lipniki.

Fig. 2. *Baculites anceps* var. *Leopol.* Sehr deutliche Rippen, dichter aber flacher als beim vorigen (P. L.) Porszna.

Fig. 3. *Baculites anceps* var. *Leopol.* Sehr schwache Rippen hoch an der Wohnkammer (D.) Porszna.

Fig. 4. *Baculites anceps* var. *Leopol.* Ganz glatt. (U. L.) Lipniki.

### Chronologische Übersicht der Bakuliten.

Cenoman		Turon		Senon		Stockwerk
Untere	Obere	Untere (Sammurien)	Obere (Angoumien)	Corbier. untere	Campan. Untere	Stufe <sup>1)</sup>
				obere	Oberer	Zone <sup>1)</sup>
						B. Gaudini
						B. Baculoïdes
						B. Bohemicus
						B. Kossmati
						B. incurvatus
						B. brevicosta
						B. anceps
						B. vertebralis
						B. vagina

<sup>1)</sup> Nach de Grossouvre's „Recherches sur la craie supérieure“.



Fig. 5. *Baculites anceps* var. *Leopol.* Fast glatt, leichte Furchen in sehr günstigem Licht sichtbar (U. L.) Lipniki.

Fig. 2. 3. 4. 5. verkleinert 5:4.

Fig. 10. *Baculites anceps* var. *Leopol.* von d. Antisiphonalseite gesehen.

Fig. 6., 7. *Baculites anceps* var. *Valogn.* 7 verkleinert 1:26  $\times$ , 6. verkl. 1:28  $\times$  (B.) Valogne.

Fig. 8. *Baculites vertebralis* Lam. verkl. 1:28  $\times$ , (U. L.) Lemberg.

Fig. 11. *Baculites anceps* var. *Leopol.* Aptychus; verkl. 0:5  $\times$  (B.) Lüneburg.

24. *Dalsze badania nad morfologią i historią rozwoju jajnika owadów. — Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Zweite Mitteilung.* Mémoire de M. H. WIEŁOWIEYSKI, présenté dans la séance du 2. Mars 1908 par M. H. Hoyer m. c.

(Planches XV, XVI, XVII).

Die vorliegende Arbeit bildet eine Fortsetzung einer Reihe von teils früher, teils in den letzten Jahren, veröffentlichten Arbeiten des Verfassers, insbesondere seiner neuesten, in den Arbeiten des zool. Institutes der Universität Wien unter gleichem Titel enthaltenen Abhandlung, deren Weiterausführung durch den Gang seiner Untersuchungen hervorgerufen wurde<sup>1)</sup>.

### Résumé.

Die hier enthaltenen Resultate beziehen sich auf die Rhynchoten, und zwar sowohl auf die Hemiptera als auch auf die Homoptera.

1) Die Keimzellen der Hemipteren sind in der sog. Endkammer der Eiröhren enthalten, wo sie schon in den allerfrühesten Larvalstadien in die obere drüsige, zur Eiernährung dienende, und in die untere Partie geschieden werden. Diese Kammer stellt eine Anhäufung von Oozyten (Keimlager) und somit den Ausgangspunkt dar, aus dem diese Zellen in Begleitung der sie umfassenden Follikel-epithelzellen in den Ovidukt hinabgleiten.

2) Die Endkammer umfaßt mehrere Bezirke, die morphologisch wie physiologisch zu unterscheiden sind.

<sup>1)</sup> Dr. H. v. Wielowieyski: Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums, Wien, Hölder 1905.

Die äußerste, der Anhaftungsstelle des Endfadens angrenzende Spitze derselben enthält neutrale, gleichartige, im allgemeinen sehr kleine, in 2—3 verschiedene Größenkategorien zu unterscheidende Zellen, die vom allerfrühesten Larvenstadium an bis zur vollkommenen Reife der Imago (und darüber hinaus) Kernteilungsfiguren aufweisen, die anfangs auf Zellteilungsvorgänge zurückführbar sind, später (mit Ausnahme der Homopteren) zur Vielkernigkeit führen. Diese Zellen, die in normaler Lage äußerst gedrängt aneinander liegen, und keine sichtbaren Lücken untereinander zeigen, erweisen sich bei der Mazeration als durchwegs mit nach unten gerichteten Plasmafortsätzen behaftet und bisweilen durch dieselben in Gruppen vereinigt.

Mit der Vielkernigkeit beginnt die zweite Zone der Endkammer, die von einer Übergangszone ausgeht, bei erwachsenen Tieren die stärkste Partie der Endkammer ausmacht und den eigentlichen Nährapparat für die Oozyten bildet. Die Hauptelemente dieser Zone bilden nach unten zu immer größer werdende kegelförmige Plasmagebilde, welche direkt aus den oberen Zellen hervorgehen und durch Kernvermehrung in „Dotterkegel“ umgewandelt werden.

Diese Dotterkegel, deren breite Basis nach der Außenwand der Endkammer, die schmalere Seite gegen das Innere gerichtet ist, verlängern sich nun gegen den Innenraum zu durch kernlose Plasmafortsätze, die in bogenförmiger, dann gerader, etwas geschlängelter Linie bis zu den Oozyten reichen und mit ihnen verschmelzen. Diese Fortsätze können im Innenraum der Endkammer entweder zu einem einheitlichen Fasernkomplexe zusammenschließen, woraus sie durch Mazeration sich voneinander trennen lassen, oder aber in mehreren parallelen Strängen verlaufen, welche allseitig mit Nährkegeln besetzt erscheinen (*Cicada* Fig. 18, *Dolicoris* Fig. 10 A etc.). Entgegen wiederholten Behauptungen verschiedener Autoren, welche den Innenraum der Endkammer als eine einheitliche Plasmamasse und ein Auflösungsprodukt der Nährzellen auffassen, beharre ich bei meiner ursprünglichen Behauptung, daß die Funktion der Dotterzellen nicht in solchen Auflösungsvorgängen besteht, sondern einen intrazellulären Ausscheidungsprozeß darstellt, wo die Nährzelle als Dotterdrüse, der Plasmafortsatz als Leitungsweg fungiert.

Alle Auflösungsbilder, die als Argument gegen meine Erklärungsweise angeführt werden, sind entweder als Kunstprodukte zu erklä-

ren, oder auf die allerspätste Rückbildungsphase der Endkammer zurückzuführen, wo diese ihre eigentlichen Funktionen eingeübt hat.

3) Das Zustandekommen der Verbindung der Oozyten mit den Nährzellen, resp. Nährkegeln ist nur aus der Entwicklungsgeschichte des Ovariums zu erklären, die aber jetzt noch ergänzungsbedürftig erscheint.

Die innere Differenzierung der weiblichen Drüse erfolgt in einigen Phasen, deren erste die Oogonienphase, die zweite die Teilungsphase der Oogonien, die letzte die Differenzierungsphase darstellt, wo die Derivate der Oogonien in die zwei bekannten Kategorien der Nähr- und Eizellen zerfallen.

Die Teilung der Oogonien erfolgt durchwegs auf karyokinetischem Wege. Ob diese Teilung noch im Imagostadium (Endkammer Spitze) an der Endkammerspitze der Imago vorkommt oder die sichtbaren Kernteilungsvorgänge bloß zur Vielkernigkeit der Nährzellen führen, wird sich erst aus der Untersuchung jüngerer Zikadenexemplare zeigen, als diejenigen, die mir zur Verfügung standen, da hier bei Mangel an vielkernigen Nährzellen jede Karyokinese in der Endkammer als Oogonialteilung zu deuten sein wird. Sollten nun aber diese Karyokinesen im Imagostadium überhaupt fehlen, wie es in den von mir untersuchten Exemplaren tatsächlich der Fall war, so ist der Schluß wahrscheinlich, daß die Oogonialteilungen recht frühzeitig, noch im Larvenstadium, abgeschlossen werden.

Ob die Verbindung zwischen Oozyte und Nährzelle als eine primäre oder sekundäre zu deuten ist, kann auf Grund obiger Resultate noch nicht definitiv entschieden werden; gewisse hier konstatierte Tatsachen lassen jedoch hoffen, daß die Entscheidung nicht allzu lange ausbleiben wird.

Für die erstere Auffassung würde der Umstand sprechen, daß in verschiedensten Mazerationspräparaten, die aus solchen Entwicklungsstadien herrühren, wo die faserige Marksubstanz der Endkammer noch nicht deutlich hervortritt, die Teilprodukte der Oogonien durch feine Fädchen verbunden erscheinen. Sind diese letzteren aber so fein, daß sie auf Längsschnitten nicht zu entdecken sind<sup>1)</sup>, so liegt die Vermutung nahe, daß die aus jener Zellteilung hervorgegangenen Produkte miteinander wirklich in solcher Verbindung

<sup>1)</sup> Eine Andeutung einer solcher Verbindung sehen wir dennoch auf Fig. 12 A.



stehen, wobei aber die Oozyte in die untere Partie der Ovarialanlage wandert, ihre Schwester-(Nähr)zellen in der oberen resp. der mittleren Partie derselben zurückbleiben.

Ein solcher Vorgang ist nur in dem Stadium zulässig, wo die Unterscheidung der Oozyten von den Trophozyten noch unmöglich ist. Das erhellt aus der Tatsache, daß, von dem Augenblicke an, wo diese Unterscheidung möglich wird, (spätere Larven- resp. frühere Imagostadien) eine solche Wanderung der Oozyten von der Endkammerspitze in die unterste Partie dieses Organes (das Keimlager) in keinem einzigen Falle konstatiert werden konnte.

Für die sekundäre Verbindung der Oozyten mit den Nährzellen würde nur der Umstand sprechen, daß in gewissen Larvenstadien zwischen den gleichartigen Zellen der mittleren und oberen Endkammerpartie Spalträume entstehen, die erst später deutliche Faserzüge erkennen lassen und quasi den Weg weisen, den die heraufstrebenden Fortsätze der Oozyten nehmen würden, um mit den entgegenwachsenden Fortsätzen der Nährzellen zusammenzufießen. Ein Vorgang, der ebenso kompliziert als mit anderen analogen Vorgängen in Insektenovarien unvereinbar erscheint.

Wenn man übrigens bedenkt, wie fein jene ersten Verbindungsfäden sein müssen, wenn sie auf Schnitten erst dann, nachdem sie sich zu dickeren Strängen gruppiert haben, entdeckt werden können, wenn ferner ihre Existenz dennoch durch Mazeration nachweisbar ist, so kommt man doch zu dem Schlusse, daß für die Annahme einer primären Verbindung der Oozyten mit Trophozyten größere Wahrscheinlichkeit sprechen dürfte.

4) Im übrigen, insbesondere in Fragen des Follikelepithels, das ich als Wanderzellenmaterial betrachte, und das ebenso die Wand des Oviduktes wie auch das die Keimstätte umfassende Zellpolster bildet und außerdem einzelne wandernde Zellelemente längs der Dottergänge sowie an der Oberfläche der Endkammer (unter der Membrana propria derselben) aussendet, halte ich das in meiner Arbeit vom Jahre 1905 Gesagte vollständig aufrecht.

### Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren nach der Zeiss'schen Kamera lucida entworfen.

Fig. 1. *Pyrhocoris apterus*. Kleine Zellen aus der Endkammerspitze einer Imago. Zeiss. F. 3.

Fig. 2. Dieselben Zellen aus einer halbwüchsigen Larve derselben Spezies. Zeiss. Immers. 3. Zellen durch Mazeration isoliert in karyokinetischer Teilung.

Fig. 2 A. Oozyten derselben Larve. Kerne im Synapsisstadium. Zeiss. Homog. Immer. 3.

Fig. 3. *Pyrhocoris apt.* Nährkegel aus der Vermittlungszone zwischen einkernigen Scheitelzellen und tiefer gelegenen Nährkegeln. Mazeration, Färbung in Methylgrün—Eosin—Glyzerin. Zeiss. F. 3.

Fig. 4. *Palomena prasina* L. Erwachsene Larve. Längsschnitt durch die Endkammerspitze. Epithel an der Peripherie deutlich. Parenchym von neutralen einkernigen Zellen. Die einen in karyokinetischer Vermehrung, andere mit ruhendem Kern. Zeiss. Immer. 3.

Fig. 5. Dieselbe Larve. Ovarialspitze mazeriert. Zellen mit Fortsätzen, die hie und da mit anderen Zellen in Verbindung stehen. Kerne chromatinreich mit dünnem verknäueltem Chromatinfaden, der vor Eintritt der Karyokinese (Prophase oder noch früher) dicker wird. Bei (a) seltene Zellprodukte, deren Kerne homogenes, scharf färbbares Chromatin (meist einseitig) enthalten. Zeiss. F. 3.

Fig. 5 A. 5 B. 5 C. Dieselbe Zelle aus der Endkammerspitze einer Imago von *Notonecta* in drei Größen. Mazeration in Essigsäure. Ausläufer sehr zart, nach dem Inneren der Endkammer gerichtet. Zeiss. D. 2. (Vergr. 250).

Fig. 5 D. *Syromastes marginatus* Imago. Längsschnitt durch die Ovarialspitze mit dreierlei Zellen.

a) Zellen mit dünnem, feinkörnigem Chromatinfaden (Ruhestadium).

b) Zellen mit dickerem, grobkörnigem Chromatinfaden.

c) Zellen in Karyokinesis.

d) Follikelepithelzellen (fe) als Wanderzellen an der Oberfläche der Endkammer unter der Tunica propria. Zeiss. Imm. 3.

Fig. 6. *Palomena prasina* erwachsene Larve. Längsschnitt der Endkammer. Oben einkernige Zellen mit Karyokinesen. Dann folgen mehrkernige quer liegende Plasmabalken, die nach unten zu in Dotterkegel übergehen, ep. Follikelepithelzellen als Wanderzellen. Zeiss. F. 3.

Fig. 7. *Nepa cinerea*, Imago. Längsschnitt der Endkammer. Grenzgebiet zwischen einkernigen Scheitelzellen und ein- bis mehrkernigen Nährzellen. In der Mitte eine sich zur Nährzelle ausbildende Embryonalzelle mit karyokinetisch sich teilendem Zellkerne. Zeiss. Immers. 3.

Fig. 8. *Palomena prasina* L. Imago. Nährkegel durch Mazeration isoliert. Zeiss. D. 5.

Fig. 9. *Syromastes marginatus*. Längsschnitt einer Endkammer einer Imago. Unterer Teil. Zeiss. D. 3.

Fig. 10. *Palomena prasina*, Imago. Herausmazerierte Marksubstanz mit daran hängenden Nährkegeln. Zeiss. A. 5.

Fig. 10 A. *Dolicoris baccarum* L. Längsschnitt durch die Endkammer. Plasmazüge, in zwei Stränge verteilt mit Dotterkegeln besetzt. Die zentral gelegenen Dotterkegel mit ihren breiten Enden gegeneinander gerichtet, mit deutlichen, mit Flüssigkeit gefüllten Abständen. Zeiss. D. 2.

Fig. 11. *Notonecta*-Larve. Längsschnitt einer Ovarialanlage in frühem Stadium (vor der Herausdifferenzierung der Oozyten). Oben kleine, in Teilung be-

griffene Zellen. Unten kleinere Kerne mit weniger Chromatinsubstanz. ep. Follikelepithel. Zeiss. Immers. 3.

Fig. 11 A. Aus einem solchen Schnitte herausmazerierte Zellen mit kommunizierenden Plasmafortsätzen. Zeiss. Immers. 5.

Fig. 12. *Gerris paludum* Fab. Ovarialanlage einer sehr jungen Larve. Unten: Oviduktanlage. Follikelzellen mit Kernteilungen. Darüber bläschenförmige Oozyten mit Kernen in Synapsi. An beiden Grenzwänden rechts und links Zellen mit gewöhnlichen Kernen, aber etwa von der Größe der Oozyten. Darüber große, großkernige Zellen (künftige Nährzellen), die den ganzen Raum lückenlos ausfüllen und Karyokinesen zeigen. Zeiss. Immers. 2.

Fig. 12 A. Anderes Exemplar derselben Larve. Die Nährzellen (ohne Kerne eingezeichnet, weil diese wegen Überfärbung des Präparates nicht hervortreten) keilförmig zwischen die Oozyten tretend, wodurch sie in ihrer unteren Partie und von den Seiten von denselben umfaßt werden. Kerne der Oozyten oben in Synapsi, gegen den Ovidukt zu größer und mit dünnerem Chromatinfaden. Die untersten Nährzellen mittels deutlicher Plasmafortsätze mit Oozyten verbunden, welche wiederum in Synapsi zu sein scheinen.

Fig. 13. *Pyrhocoris*. Larve. Junge Ovarialanlage. Unterer Teil. Die Oozyten mit stark doppelgefärbten Kernen (Grammsche Färbung). Oberhalb derselben liegende Zellen mit Zellkernen, deren Chromatinfaden dünn und viel schwächer gefärbt ist. Bei (a) ein Kern in Metaphase. In der Mitte zwei ganz kleine (rückgebildete?) Oozyten mit kleinen gleichmäßig gefärbten Kernen. Daneben ein freier, längsgestreifter Raum, worin die ersten Eifortsätze eintreten. Immers. 3.

Fig. 14. Ältere Larve von *Pyrhocoris*. Die Oozyten rosettenartig angeordnet mit nach oben gerichteten Fortsätzen. Darüber mehrkernige Dotterkegel, deren Ausläufer in den noch wenig erweiterten Zentralraum hineinragen. Zeiss. Imm. 5.

Fig. 15. *Pyrhocoris*, nachfolgendes Larvenstadium. Die Fortsätze der Dotterkegel stoßen in der Mittellinie zusammen. Darüber, gegen die Endkammerspitze zu, ist der Zentralspalt beinahe leer, da die Fortsätze der einkernigen Zellen sehr fein sind und den Spalt nicht ausfüllen. Zahlreiche Karyokinesen an der Endkammerspitze. Zeiss. D. 3.

Fig. 16. Eine noch ältere Larve derselben Spezies. Der Zentralspalt hat seine Maximallänge erlangt. Einzelne Plasmafäden deutlich unterscheidbar. Zeiss. D. 3.

Fig. 17. *Notonecta glauca*. Medianer Längsschnitt einer Ovarialanlage (etwas älter als die auf Fig. 11). Auseinandertreten der künftigen Nährzellen, wodurch ein zentraler, nach oben verzweigter Längsspalt entsteht, worin feine Protoplasmafädchen zu sehen sind. f. t. Endfaden. od. ovidukt. c. m. größere Zellen am Scheitel. Zeiss. F. 2.

Fig. 18. *Cicada Orni*. Längsschnitt durch das Ovarium eines erwachsenen Weibchens im Spätsommer. Endkammer. Keimlager beinahe erschöpft, so daß nur einige Oozyten (oc), in der Follikelepithellage (a) zu entdecken sind. Die Ausläufer derselben verzweigen sich im mittleren Teile der Endkammer {derart, daß sie mehrere dünnere Stränge zwischen den Nährzellen bilden. Karyokinesen an der Endkammerspitze (infolge der späten Jahreszeit?) nicht mehr auffindbar. Zellgrenzen wegen Raumangel nicht eingezeichnet. Zeiss. A. 5.

Fig. 19. Mazerierte Stücke aus derselben Endkammer. Die Nährzellen durch-





Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 5.



Fig. 5 A



Fig. 2. A

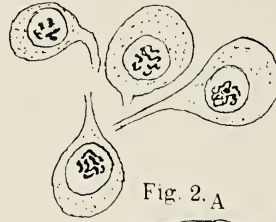


Fig 5 A

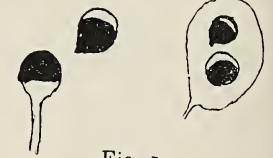


Fig. 5 B

Fig 5 C

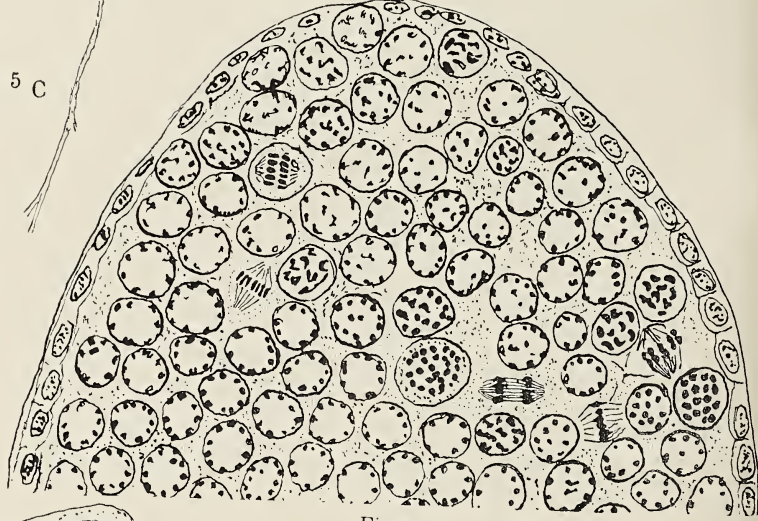


Fig. 4.

fc



Fig. 5 D

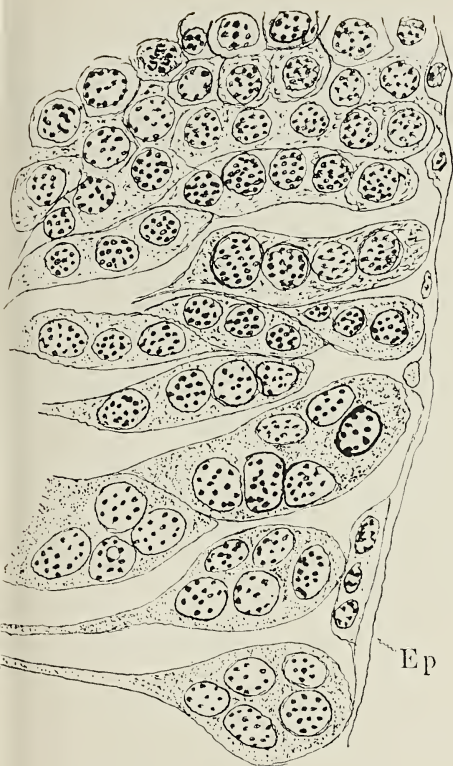


Fig. 6.



Fig. 9.

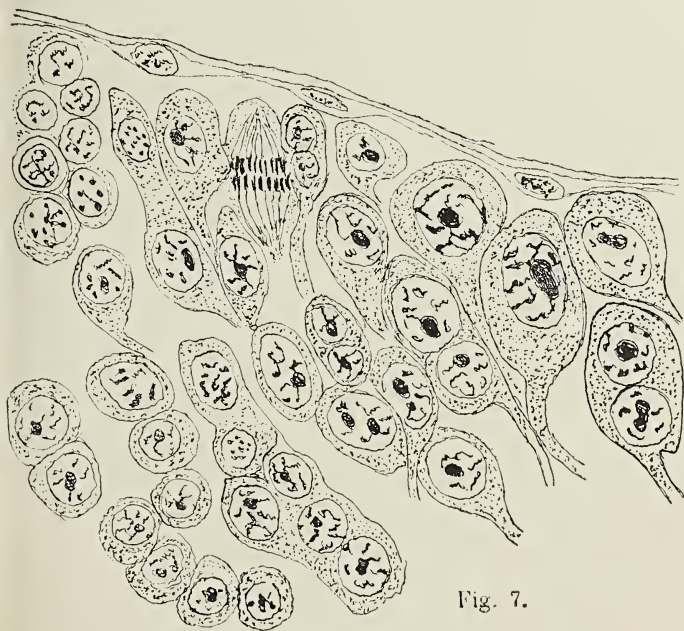


Fig. 7.



Fig. 8.







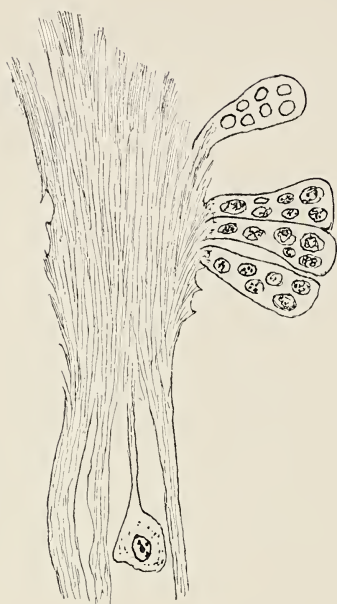


Fig. 10.



Fig. 11 A

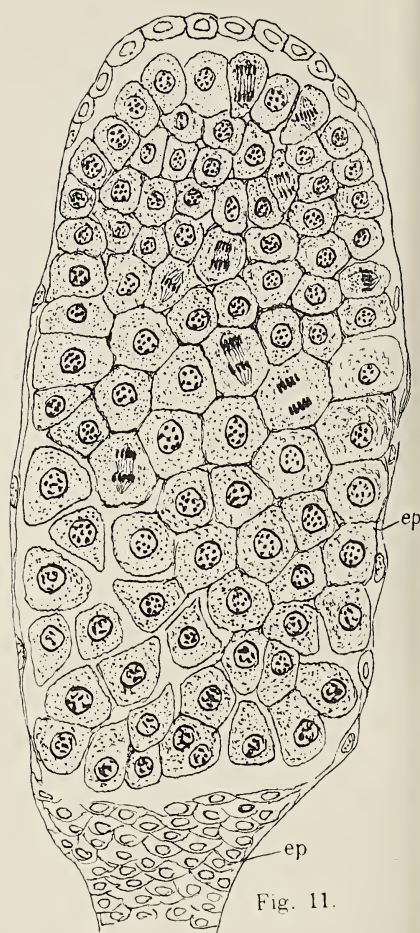


Fig. 11.

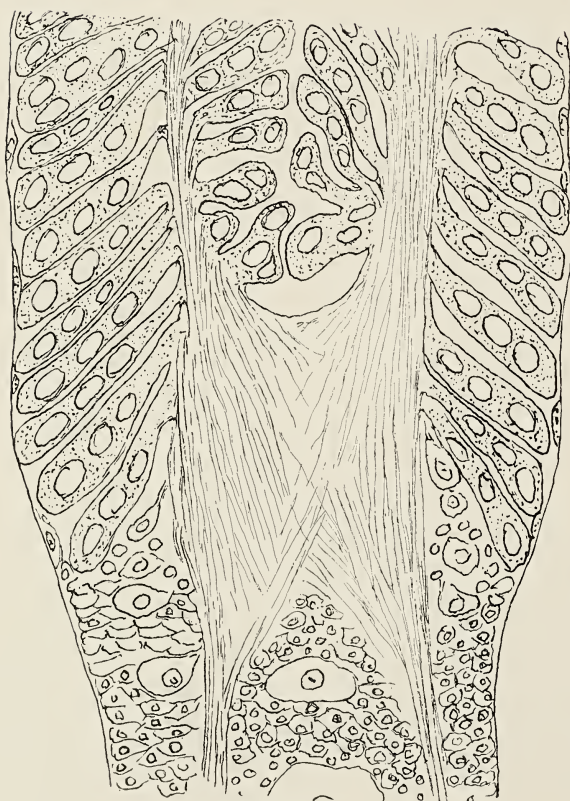


Fig. 10. A

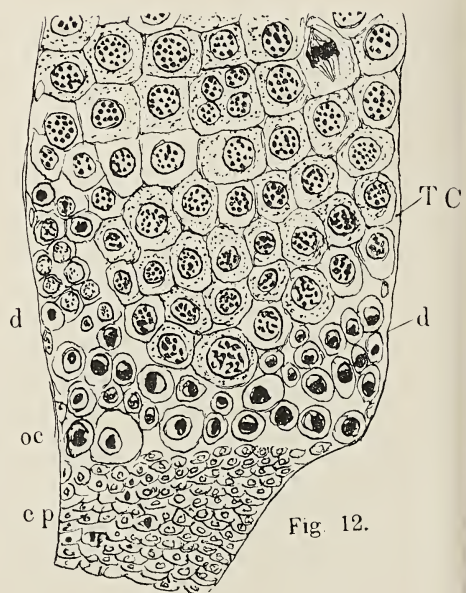


Fig. 12.





Fig. 12. A

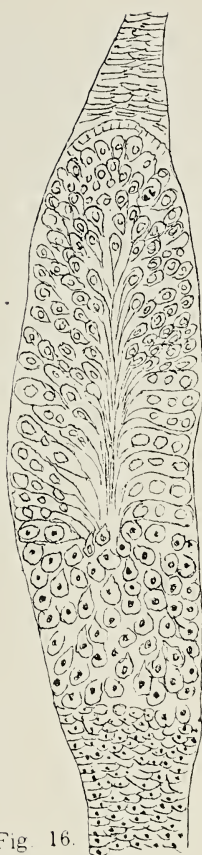


Fig. 16.

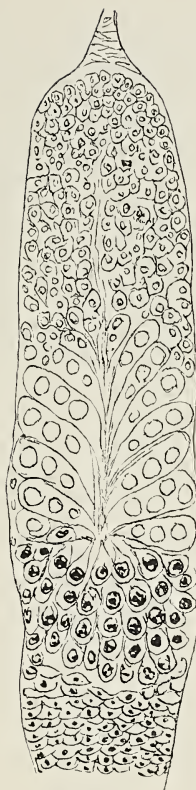


Fig. 15

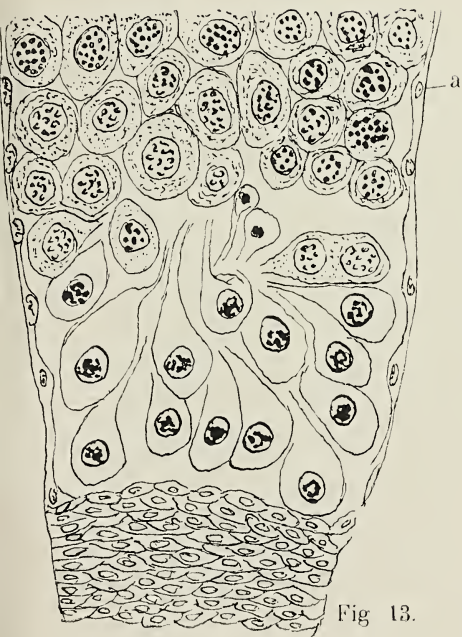


Fig. 13.

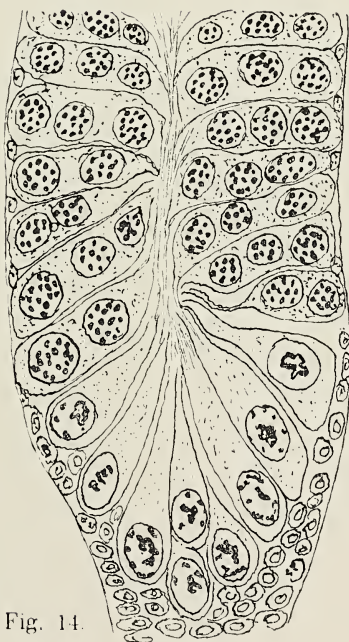


Fig. 14.



Fig. 18

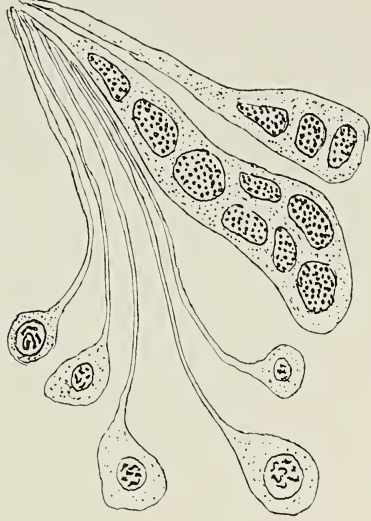
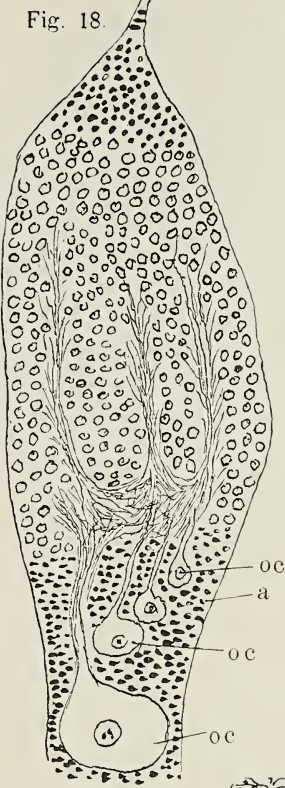


Fig. 21.

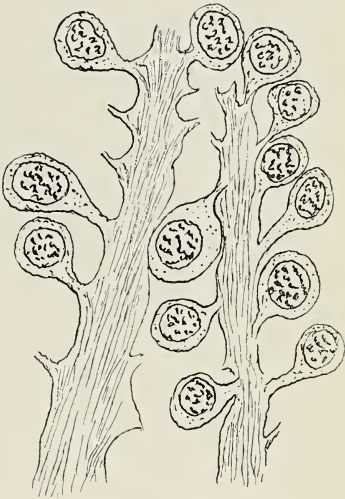


Fig. 19.

Fig. 17

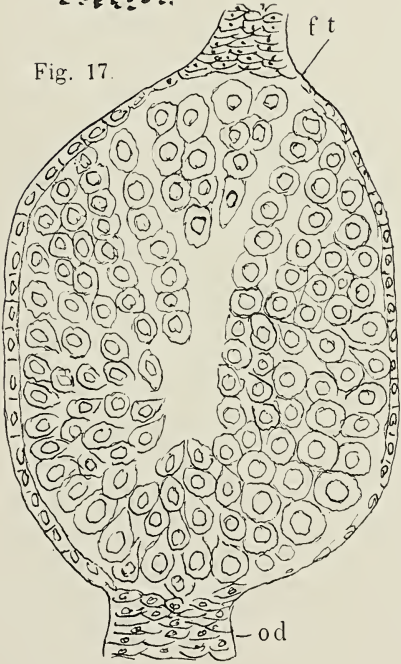


Fig. 22.

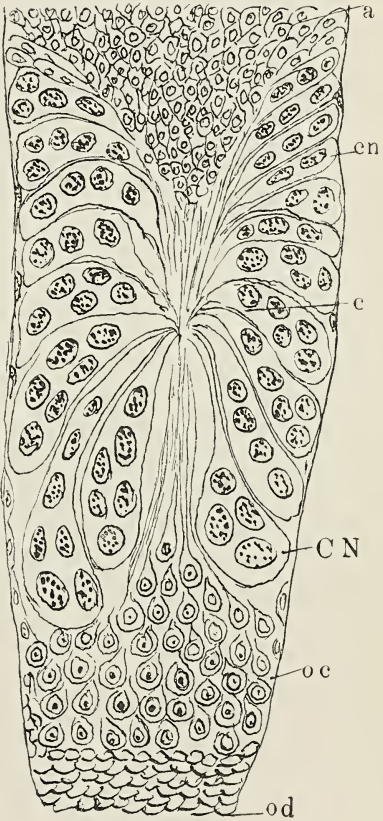


Fig. 20.





wegs einkernig, mit plasmatischen Ausläufern, die sich in den faserigen Strängen vereinigen. Alkoholmaterial. Karmin. Methylgrün. Zeiss. D. 3.

Fig. 20. *Palomena prasina*. Längsschnitt A. Ovarialanlage einer erwachsenen Larve. Untere Hälfte. *Od*—Oviduktanlage mit Lumen. *Oe*—Oozytenhaufen mit nach oben gerichteten Fortsätzen, die im Punkte (c) mit den von unten und oben herankommenden proximalen Enden der Nährkegel (CX) in Verbindung treten. Oberhalb dieses Knotens (oder Verbindungsstelle) beginnt die Zone der einkernigen Zellen, die hier keilförmig zwischen die distalen Enden der Nährkegel heruntersteigt und mittels feiner Protoplasmafädchen mit dem genannten Knotenpunkte (c) verbunden wird. Herrm. Lösung. Borax-Karmin. Zeiss. F. 2.

Fig. 21. Durch Mazeration isolierte Dotterkegel und Oozyten aus derselben Ovarialanlage. Kerne der Dotterkegel mit grobkörnigem Chromatin gefüllt, mit Methylgrün intensiv färbbar. Oozytenkerne in Vorbereitung zum Keimbläschenstadium. Die Verbindungsstelle zwischen dem Oozytenfortsatze und dem Dotterkegel erklärt durch ihre Lage die direkte Nachbarschaft der distalen Partien der Dotterkegel mit den Oozyten. Zeiss. F. 5.

Fig. 22. Zwei kleinere Dotterkegel aus einer jüngeren Larve derselben Spezies. Knollenförmige, vielkernige Komplexe. Zeiss. D. 3.

25. *O budowie i cyklu rozwojowym Bacillopsis stylopygae; nov. gen. et nov. spec. — Sur la structure et le cycle évolutif de Bacillopsis stylopygae; nov. gen. et nov. spec.* Mémoire de M. **BORIS PETSCHENKO**, présenté par M. H. Hoyer m. c. dans la séance du 2 Mars 1908.

(Planche XVIII).

Dans le tube digestif de la blatte noire (*Blatta orientalis*, *Periplaneta orientalis*, *Stylopyga orientalis*) on a trouvé quelques microorganismes que l'on considère comme des bactéries. J'ai trouvé dans le tube digestif et l'hémolymphé du même insecte un organisme intéressant, différant de ceux qui avaient été décrits auparavant. Je me propose de donner ici la description de sa structure et de certains moments de son cycle évolutif, autant qu'il m'a été possible de les constater.

Dans mes études je me suis servi des méthodes de fixation et de coloration dont on fait usage en Cytologie. J'ai mis à l'épreuve une série de fixateurs et de colorants. J'ai étudié les microorganismes vivants dans une goutte suspendue provenant de l'hémolymphé ou du contenu du pharynx. Des blattes prises en divers endroits de la ville de Cracovie et de ses alentours, cultivées dans des bo-

caux en verre, m'ont servi de sujet d'étude. Ayant trouvé dans une blatte l'organisme que je me propose de décrire, j'ai communiqué la contagion aux autres blattes en mettant dans la culture la blatte tuée qui contenait les microorganismes mentionnés.

Le *Bacillopsis stylopygae*, l'organisme trouvé dans la blatte, a  $10\ \mu$  de longueur à peu près et  $2.5\ \mu$  de largeur. Il a la forme d'un bâtonnet un peu recourbé; une de ses extrémités est légèrement effilée, l'autre obtuse. Il est impossible de constater, dans l'organisme vivant, la présence d'une membrane cellulaire. Le protoplasme est entièrement transparent, on ne peut y distinguer aucune granulation nette, à l'exception de corpuscules ronds qui réfléchissent fortement la lumière. Dans la cellule, le plus souvent vers le côté bosselé, à proximité d'une des parois se trouve le corpuscule rond et homogène, le noyau. Il se distingue du cytoplasme qui l'entoure par ce qu'il réfléchit la lumière un peu plus vivement (fig. 1, 2).

Aux premiers moments du bourgeonnement la quantité des corpuscules qui réfléchissent fortement la lumière diminue. Le noyau cesse d'être visible dans le plasma et, à l'extrémité aiguë du corps cellulaire, se fait voir un appendice oblong qui grandit peu à peu dans la suite. Son extrémité jointe à l'organisme maternel est toujours étroite et affilée, tandis que le bout opposé est large et obtus. Dans l'individu maternel les „corpuscules“ luisants commencent à disparaître, ceux qui restent se fondent en des corps plus grands. Dans la cellule fille les „corpuscules“ qui apparaissent ont d'abord des dimensions extrêmement petites mais ils grandissent peu à peu. Les deux cellules pendant tout ce temps sont unies soit directement, soit au moyen d'un filament fin et ne se séparent que lorsque la nouvelle cellule atteint la grandeur de la cellule mère (fig. 3, 4, 5). Lorsque *Bacillopsis stylopygae* se transforme en prolongements filiformes, les corpuscules se fondent en des corps plus grands et ronds qui, dans un individu, sont au nombre de deux, rarement de trois. Dans la suite, ces corps disparaissent, et les petits corpuscules se font voir de nouveau en petite quantité. Le noyau n'est point visible, mais parfois on peut observer une faible granulation au centre de la cellule. Des vacuoles vides apparaissent dans le plasma cellulaire et, en s'élargissant continuellement, elles touchent de leurs parois les parois du microbe. En même temps, en un ou plusieurs points de l'individu apparaissent des appendices de forme irrégulière qui constituent les prolongements directs du corps cellulaire.



Ces appendices s'allongent constamment; bientôt ils commencent à s'embrancher, et tout le corps de la cellule se transforme peu à peu en ces appendices (fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11).

Les observations que je viens de résumer concernent les individus vivants. En les ajoutant aux images obtenues sur les préparations fixées et colorées, je vais décrire les changements de structure de *Bacillopsis stylopygae* aux moments suivants de sa vie: à l'état de repos, à l'état de bourgeonnement, de transformation en cellule allongée et en prolongements filiformes.

A l'état de repos *Bacillopsis stylopygae* se présente sous la forme d'une cellule recourbée et allongée. Ses deux extrémités sont plus

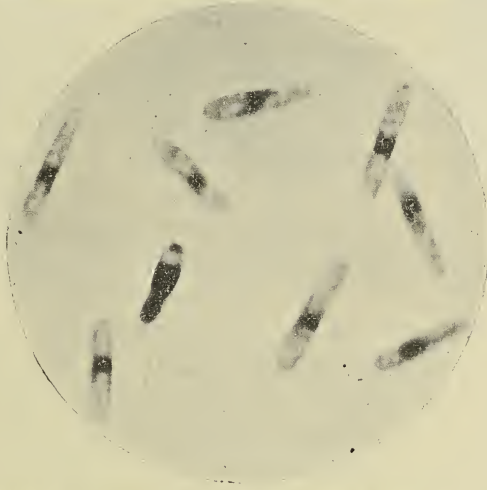


Fig. 1. État de repos. (Sublimé + sol. à 2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> d'acide osmique; bichromate de potassium à 2<sup>o</sup>/<sub>o</sub>; safranine).

ou moins arrondies. Le corps cellulaire n'a ni membrane, ni organes locomoteurs. Le protoplasme est homogène ou alvéolaire. Dans la partie centrale de la cellule se trouve le plasmé homogène ayant la forme d'une bande étroite qui passe autour du corps en une couche mince. Le noyau se trouve au centre de la cellule sous la forme d'une sphère qui se colore fortement et dans laquelle il est difficile d'apercevoir une structure délicate. Le noyau est presque toujours entouré de plasmé homogène (fig. 12, 13, 14, phot. 1).

Dans le processus du bourgeonnement, on distingue trois périodes. La première comprend les états qui se succèdent depuis celui de repos jusqu'au moment où le bourgeon se forme. La deuxième

période est l'état de développement pendant lequel la cellule mère et la cellule fille se touchent constamment. La troisième période comprend les changements qui apparaissent dans la structure cellulaire lorsque la cellule fille s'est séparée de la cellule mère.

Au commencement du phénomène, la structure alvéolaire du plasma s'efface et disparaît. Le noyau s'élargit et se différencie. Sur son fond irrégulier et clair apparaissent des grains serrés. Dans la suite du processus le noyau prend une forme ronde et irrégulière. Sur l'enceinte du noyau se fait voir une mince membrane nucléaire, tandis que sur le fond clair apparaissent des épaissements et des granulations chromatiques. Ce tableau devient de plus en plus net. Quand l'appendice apparaît à l'extrémité allongée de la cellule, la structure du noyau devient typique (fig. 15, 16, 17, phot. 2).

Au commencement de la deuxième période, la membrane nucléaire disparaît peu à peu, la quantité de substances qui se colorent fortement diminue graduellement et le fond du noyau grandit et s'éclaircit de plus en plus. Dans les phases qui succèdent, le noyau se reconstitue. Sur le fond clair et rond apparaissent la membrane nucléaire ainsi que des granulations fortement colorables. Le protoplasme de l'individu à l'état de bourgeonnement a l'aspect d'une masse homogène fortement colorable. Cette masse contient des vacuoles claires qui disparaissent lentement. Le protoplasme cellulaire tout entier se colore ensuite avec une certaine intensité d'une façon homogène. Enfin une structure compliquée apparaît qui signale le passage direct à la troisième phase (fig. 17, 18, 19, 20, 21).

Pour mieux faire comprendre les rapports des diverses parties de la cellule à la deuxième période je donne ici la description détaillée de l'individu à ce stade qui est représenté sur la fig. 21. Je désigne l'individu maternel par la lettre *a* et la cellule fille par la lettre *b*. Un plasma fortement colorable entoure d'une couche mince tout le corps de l'individu. Entre cette couche et le noyau se trouve un plasma homogène qui contient, du côté tourné vers la cellule fille, un corps arrondi et très clair. Ce corps, comme le montre la coloration, contient des substances nucléaires chromatiques mélangées au cytoplasme. Le plasma de l'extrémité opposée de la cellule se colore comme à l'ordinaire, mais à l'intérieur de ce plasma, plus près du centre, apparaît une nuance de coloration particulière à la substance nucléaire. A l'extrémité libre de l'organisme *a* un appendice apparaît. La cellule de l'organisme *b*

contient du protoplasme foncé. A l'extrémité libre de l'individu se trouve un noyau homogène, sur lequel la membrane commence à faire son apparition. Plus haut se trouve un corps arrondi; sa nuance prouve qu'il contient une petite quantité de substance nucléaire mélangée au cytoplasme. Plus haut encore se trouve un corps pareil, mais plus petit et moins net.

Ainsi que je l'ai dit, au commencement de la deuxième période, à l'extrémité de l'organisme mère se montre un appendice sous forme d'un point allongé. Il s'allonge légèrement et grossit. Dans la partie de la cellule qui est tournée vers l'organisme mère,

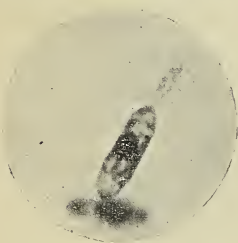


Fig. 2.

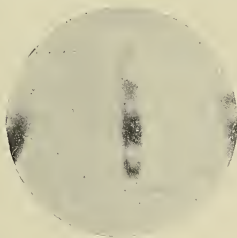


Fig. 3.

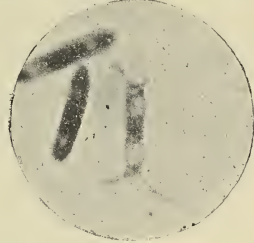


Fig. 4.

2. État de bourgeonnement. (Sublimé; hématoxyline ferrique).

3, 4. État des prolongements filiformes. (Technique comme 31—44).

le protoplasme devient en même temps de plus en plus foncé; il forme un ménisque sombre qui s'avance dans le plasme plus clair et se répand dans toute la cellule (fig. 19, 20, 21). L'organisme fille atteint alors la grandeur de l'organisme mère. Sur le protoplasme foncé de la cellule fille se dessinent un noyau clair et des corps contenant la substance chromatique mélangée au cytoplasme; le protoplasme de la cellule prend ensuite une structure alvéolaire, tandis que le noyau présente une structure typique. L'organisme mère a une structure semblable. Les organismes se séparent; l'organisme fille passe à l'état de repos et l'organisme mère se transforme en une cellule courte et arrondie (fig. 22, 23, 24, 25).

Pendant la transformation de *Bacillopsis stylopygae* en cellule allongée, son corps cellulaire de structure alvéolaire s'allonge et grossit. La quantité de plasme homogène grandit dans la région du noyau, et une certaine quantité de celui-ci se sépare et passe à l'extrémité de la cellule (fig. 16, 26, 27). Au commencement du processus, le noyau s'élargit et présente les parties du noyau typique. Dans la suite, la membrane nucléaire disparaît, la quantité de



substance chromatique diminue de plus en plus et il n'en reste que quelques grains. C'est alors que le plasme qui se trouve non loin du noyau se colore fortement (fig. 28). Ensuite apparaissent dans la cellule deux fonds clairs qui s'entourent de membrane et sur lesquels s'amassent des grains et des épaissements chromatiques. Nous obtenons enfin deux noyaux typiques (fig. 29). La formation du troisième noyau peut être attribuée probablement au processus décrit plus haut (fig. 30).

La transformation de *Bacillopsis stylopygae* en prolongements filiformes commence par l'apparition de vacuoles claires dans le corps de la cellule. Tout près de leurs parois se trouvent des corpuscules brillants qui se fondent ensuite en des corps plus grands dont le nombre correspond à celui des vacuoles claires (fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11). Le noyau s'étend pour se diviser ensuite, en long ou en large, en deux parties (fig. 31, 32, 33, 34). Lorsque à l'extrémité du corps cellulaire apparaît un appendice de forme irrégulière, le noyau présente des granulations serrées et irrégulières sur un fond clair qui disparaît ensuite. En même temps les „corps“ se rompent en petits „corpuscules“ qui disparaissent peu à peu. Les vacuoles claires grandissent et, exerçant une pression sur les parois de la cellule, elles provoquent leur allongement en plaques minces. La configuration du plasme par rapport au noyau et aux vacuoles est représentée sur les figures 36, 37, 38, 39, 41. Dans la suite du phénomène, l'appendice en question s'allonge de plus en plus et se recourbe. Les appendices paraissent d'abord au nombre d'un ou de deux, ensuite il y en a davantage (fig. 36, 38, 39, 40. Phot. 3, 4). Quand l'appendice atteint une certaine grandeur (à peu près 5  $\mu$ , 7  $\mu$ ) la substance nucléaire se répand en poussière fine. Cette poussière passe, par les côtés, du centre de la cellule aux extrémités du corps et sur les bases des appendices (fig. 40, 41). Les appendices s'embranchent, étant alimentés par le plasme cellulaire qui y coule. Lorsque le protoplasme tout entier y est passé, les vacuoles rompent le corps de la cellule de façon qu'elle disparaît sans aucune trace (fig. 42, 43, 44, 45).

Avant la disparition du corps cellulaire, les appendices prennent déjà la forme de chapelet. La poussière chromatique qui passe dans les appendices de plus en plus loin, s'amasse dans les parties qui sont devenues plus grosses (fig. 42, 43). Dans la suite, les appendices deviennent plus égaux et, aux endroits qui correspondent aux

épaississements de tout à l'heure, apparaissent des tranches foncées de cytoplasme épaissi. Autour d'elles s'étalent des granulations chromatiques irrégulières (fig. 44). Lorsque les prolongements filiformes se sont formés, nous ne voyons plus de corps cellulaires. Les prolongements filiformes qui se suivent, l'un à côté de l'autre, s'entre-

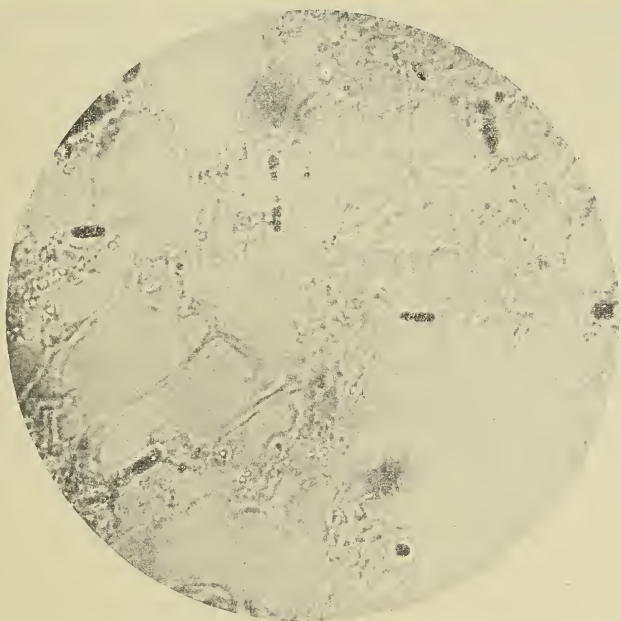


Fig. 5. Vue générale des prolongements filiformes. (Technique comme ci-dessus).

lacent réciproquement de façon qu'il est impossible de distinguer les limites des individus particuliers (phot. 5) <sup>1)</sup>.

Aux différents moments de sa vie, *Bacillopsis stylopygae* se présente comme une cellule typique. Le cytoplasme de sa cellule est homogène ou alvéolaire. Cette différence n'est pas accentuée chez les individus vivants. En tout cas, on peut distinguer deux types de structure protoplasmique; non seulement sur les préparations fixées à l'aide d'une même méthode, mais sur les mêmes préparations et sur les mêmes cellules les structures cytoplasmiques, homo-

<sup>1)</sup> Dans cette note, je n'ai pas l'intention de décrire le cycle évolutif de *Bacillopsis stylopygae* tout entier. J'espère que des observations que je me propose de communiquer prochainement contribueront à éclaircir ces phénomènes compliqués.

gène et alvéolaire, apparaissent exactement en même temps. Sur de telles préparations on peut observer une suite de transitions, à partir de la structure homogène jusqu'à la structure alvéolaire, avec des alvéoles tout à fait nets. La transformation du plasme cellulaire dans ce sens est ordinairement liée aux phénomènes de formation et de désagrégation qui ont lieu dans le noyau. Cette transformation a toujours lieu lorsque le caryoplasme entre en rapport intime avec le cytoplasme (bourgeonnement), de même que lorsque l'appareil nucléaire se reconstitue de la substance protoplasmique. Considérant que même à l'état de repos le noyau est entouré d'une certaine quantité de protoplasme homogène, on peut en conclure que la structure morphologiquement homogène du protoplasme correspond à des états physiologiques où les échanges qui ont lieu dans la vie cellulaire entre le caryoplasme et le cytoplasme vont en augmentant.

Le protoplasme de *Bacillopsis stylopygae* renferme diverses formations de nature cytoplasmique; celles qui méritent d'être nommées sont les „corpuscules“ et les „corps“ brillants. Ainsi que je l'ai dit, ces corps et corpuscules sont en relation génétique entre eux. Leur manière d'être, quand la cellule est à l'état de bourgeonnement et de prolongements filiformes, permet de supposer qu'ils constituent des produits nutritifs. Au point de vue physiologique on peut les comparer aux corps analogues des bactéries, des Sacheromycètes, des Ascomycètes, des algues et des fougères, décrits par divers auteurs sous le nom de „corpuscules métachromatiques“ ou de „grains de volutine“.

Passons à la description de l'organe cellulaire principal de *Bacillopsis stylopygae*, c'est-à-dire de son noyau. La preuve que la formation désignée par ce nom correspond ici réellement à l'idée que nous nous faisons ordinairement du noyau, nous est fournie par sa manière d'être et les changements qui s'opèrent en elle aux différents moments de la vie cellulaire. A l'état de repos, le noyau de *Bacillopsis stylopygae* est entièrement homogène; ses diverses parties paraissent mélangées en désordre. Au début du bourgeonnement, une partie constitutive de l'appareil nucléaire passe dans le cytoplasme. Ces parcelles entrent en rapport intime avec le cytoplasme. Le noyau présente alors une construction compliquée, celle du noyau typique; nous voyons la membrane nucléaire, un échafaudage achromatique et un réseau de chromatine. (Ne considérant que l'aspect



morphologique de la chromatine, je l'appelle en même temps „substance fortement colorable“). Une pareille structure du noyau apparaît régulièrement à certains moments et se maintient longtemps. Ici nous avons probablement affaire à l'élimination de parties caryoplasmiques du noyau dans le cytoplasme. C'est surtout dans les processus du métabolisme cellulaire que ces parties ont un rôle à jouer; par exemple chez *Trichosphaerium Sieboldi* (Schaudinn) *Adela ovata* et *Caryotropha mesnili* (Siedlecki). Cependant dans l'appareil nucléaire de *Bacillopsis stylopygae* les rapports de structure sont plus primitifs, car la partie végétative du noyau n'est pas différenciée en formation spéciale.

Dans les phases suivantes du bourgeonnement, la chromatine est éliminée du noyau peu à peu, il ne reste plus que le fond achromatique entouré de plasm chromatophile. A l'aide de réactions colorantes on ne peut y découvrir de chromatine sous l'aspect d'une granulation quelconque. Probablement ces parties de l'appareil nucléaire entrent en rapport direct avec le cytoplasme. Dans le noyau de l'organisme fille aucune de ses parties ne provient directement du noyau maternel. On ne peut constater à l'aide d'aucun colorant le passage, de la cellule mère à la cellule fille, d'une substance nucléaire morphologiquement définie. Les éléments du noyau maternel qui sont nécessaires au noyau de la cellule fille y arrivent secondairement en venant du cytoplasme. La substance achromatique se forme indépendamment de l'achromatine du noyau maternel. Le fond clair du noyau maternel reste intact pendant la durée entière du bourgeonnement, et lorsque les deux cellules doivent se séparer d'autres parties caryoplasmiques viennent s'agglomérer sur ce fond, formant un noyau entier.

Pendant les changements qui ont lieu dans la cellule de *Bacillopsis stylopygae* dans le cours du bourgeonnement, les rapports réciproques des diverses parties du cytoplasme et du caryoplasme s'accroissent. Les rapports qui existent entre les parties qui composent la cellule s'expliquent facilement au point de vue de la théorie de R. Hertwig. Comme la substance achromatique est contenue en même temps dans le caryoplasme et dans le cytoplasme, elle passe directement du cytoplasme, pendant la formation du noyau, dans l'organisme fille. Il est indispensable au mécanisme de multiplication qu'une certaine quantité de „chromatine libre“ passe du noyau maternel dans la cellule fille. C'est pourquoi nous sommes

obligés de supposer que chez *Bacillopsis stylopygae* la chromatine, la substance „nucléaire“ du noyau maternel, entre momentanément en union étroite avec le cytoplasme. Elle passe avec celui-ci dans la cellule fille fournissant la matière à la formation du nouveau noyau. Dans la cellule fille apparaît, avant tout, le fond achromatique. On ne peut pas considérer ce moment comme décisif dans la formation du noyau, car bien que le fond achromatique soit prêt, cependant la chromatine mélangée avec le cytoplasme s'amasse d'abord dans deux corps et ce n'est qu'ensuite qu'elle passe au fond achromatique. Il faut donc considérer l'amas de chromatine dans les corps en question comme le vrai commencement de la formation du noyau.

Pendant l'état des prolongements filiformes, nous avons au début quelque chose comme un élargissement du noyau et une différenciation de ses parties constitutives. Ces faits jouent probablement un certain rôle dans le mélange des parties constitutives du noyau. Nous aurions pour résultat un noyau privé de toute structure et dont chaque partie constitutive serait l'équivalent du noyau entier. La division du noyau en deux masses arrive à son tour, de sorte que l'on pourrait dire qu'une division amitotique du noyau a lieu, sans sa désagrégation en poussière subtile, ce qui arrive immédiatement après. Cette poussière passe dans les prolongements filiformes. Sans doute dans ce cas nous avons affaire à la transformation de l'appareil nucléaire en chromidium.

Autant que je sache, les organismes que l'on pourrait comparer directement à *Bacillopsis stylopygae* aux différents moments de sa vie, n'ont pas été décrits jusqu'ici. Avec cet objet en vue, bornons-nous à la considération de l'état de repos. Nous devons prendre alors en considération les organismes, décrits par Vejdovsky et par Mencl comme bactéries, dans le Gammarus et la blatte. „*Bacterium gammarii*“ de Vejdovsky et la forme la plus grande des „bactéries symbiotiques“ de Mencl ressemblent à certains moments à certaines phases de *Bacillopsis stylopygae*. Certaines images de la structure de *Bacterium gammarii* rappellent sensiblement l'état de repos et quelques moments de l'état de bourgeonnement de *Bacillopsis stylopygae*. Les dimensions de ces deux formes sont aussi très proches. L'aspect général du corps des ces microorganismes est tout à fait semblable, de même que la configuration du cytoplasme

et des vacuoles. Quant aux „formes rondes“, elles rappellent certaines phases de bourgeonnement de *Bacillopsis stylopygae*, lorsque l'organisme mère et l'organisme fille se sont séparés.

Passant à la comparaison des appareils nucléaires des deux microorganismes, je ferai remarquer que les images structurales de leur caryoplasme à l'état de repos sont tout à fait semblables. La différence qu'elles présentent consiste en ceci: je n'ai jamais remarqué sur mes préparations de structure dans le noyau qui rappelle l'état de division mitotique. Sur des préparations colorées à l'hématoxyline ferrique, j'ai obtenu quelquefois des images qui rappellent des pareils états. Mais une observation plus précise de ces préparations et l'emploi d'autres méthodes de coloration m'ont expliqué la signification de ces images, en sorte qu'il n'y a pas lieu de parler de quelque mitose que ce soit. Quant à la manière dont *Bacterium gammari* se multiplie, il est douteux que les images présentées par le noyau, que Vejdo vsky et Mencl considèrent comme karyokinèse, constituent une preuve suffisante du commencement de division cellulaire. Ces microorganismes n'ont pas été étudiés vivants ni à l'aide d'une méthode cytologique convenable. „Auf den Schnittserien durch den Körper des Garschiner Gammarus“ dit Vejdo vsky, „ist es nicht leicht, die letztgenannten Parasiten spezifisch zu bestimmen und es wäre daher sehr erwünscht, dieselben in frischem Zustande an Ort und Stelle zu untersuchen und zu bestimmen“. Je rappelle que la division mitotique du noyau de *Bacterium gammari*, d'après les observations de Vejdo vsky et de Mencl, finit seulement sur le stade monaster. Vejdo vsky explique ce fait de la façon suivante: „Es ist zwar möglich, daß die Bakterien zu gewisser Zeit, noch während des Aufenthaltes in der Hämolymphe sich durch diesen Teilungsakt zu vermehren vermögen. Aber weitere Stadien der Teilung sind nun nicht bekannt, und es ist nur so viel wahrscheinlich, daß diese ersten Spindelstadien eine lange Zeit im Zustande der Ruhe verweilen“.

Je ne désire nullement identifier *Bacillopsis stylopygae* avec *Bacterium gammari*. D'après ce que nous savons jusqu'à présent sur la structure et le cycle évolutif de *Bacterium gammari* on ne peut affirmer que nous ayons affaire à une bactérie. M'appuyant sur la ressemblance entre *Bacterium gammari* et *Bacillopsis stylopygae*, je crois qu'il faut ranger *Bacterium gammari* dans les protophytes, peut-être dans le même groupe dans lequel il faudrait placer *Ba-*



*cillopsis stylopygae*. La forme décrite par Vejdovsky et Mencl ne peut être considérée que comme une phase évolutive de cet organisme qui d'après Mencl a un cycle évolutif très compliqué. Je crois qu'il faut adopter cette manière de voir en ce qui concerne la place de *Bacterium gammari* dans la systématique et quant à la forme la plus grande des „bactéries symbiotiques“ de Mencl. Ce microorganisme est plus petit que *Bacillopsis stylopygae*, mais, quant à la forme générale du corps et à la configuration du cytoplasme et des vacuoles, il le rappelle exactement. A l'état de repos, la structure des noyaux est aussi fort analogue. Quant à la division du caryoplasme, que Mencl décrit comme diaster, il semble douteux qu'on puisse la considérer comme un état préparatoire à la division de toute la cellule, car la séparation des organismes n'a pas été observée directement. Les phases de transition manquent aussi entièrement.

Il est impossible de classer *Bacillopsis stylopygae* parmi les *Bactéries*, bien que, à première vue, cette opinion paraisse légitime eu égard aux états de repos qui apparaissent le plus souvent. Si l'on considère la transformation de *Bacillopsis stylopygae* en prolongements filiformes et embranchés réunis en réseau, à la fin du processus, on arrive à la conclusion qu'on ne peut le ranger parmi les *Champignons*. Nous avons ici affaire à un organisme très primitif dont la place dans la systématique ne pourra être élucidée avant que son cycle de développement ne soit entièrement connu.

Au cours des recherches dont je viens de donner les résultats j'ai profité des ressources du Laboratoire de Bactériologie de l'Institut Vétérinaire de l'Université de Cracovie. Qu'il me soit permis de présenter ici mes remerciements à M. le prof. Nowak, directeur de cet établissement.

### Explication des tables.

Toutes les tables représentent des individus de *Bacillopsis stylopygae*; 1—11 des individus vivants; les autres tables des individus fixés et colorés. Les contours des dessins ont été exécutés au microscope de Zeiss muni d'un objectif apochromatique à immersion homogène (aperture 1.30, distance focale 2.00) et d'un oculaire 12, au moyen d'une chambre claire. Les photographies ont été exécutées par M. le prof. Nowak à l'aide d'un grand appareil photographique de Zeiss. Tous les dessins sont grossis de 1500 diamètres de même que les photographies, à l'exception de la photogr. 8, dont le grossissement est de 1000 diamètres.







## Table XVIII.

- 1—2. État de repos.  
 3—5. État de bourgeonnement.  
 5—11. État des prolongements filiformes.  
 12—13. État de repos. (Sublimé + alcool absolu (2 : 1); éosine bleu de méthylène d'après Giemsa).  
 14—15, 17—21. État de bourgeonnement. (14—21 fixés et colorés comme précédemment; 22—25 fixés aux vapeurs osmiques, ensuite le sublimé; colorés comme précédemment).  
 16, 26—30. État de cellule allongée. (Technique comme dans les préparations 22—25).  
 31—44. État de prolongements filiformes. (Sublimé + sol. à 2% d'acide osmique; la coloration comme ci-dessus).  
 45. Une partie des prolongements filiformes. (Technique comme 31—44).  
 46. État de repos. (Alcool + éther; fuchsine carbolique).

## Bibliographie.

1. Duclaux. Microbiologie. 1900.
2. Goldschmidt. Die Chromidien der Protozoën. Arch. f. Protokund. 5. 1904.
3. Guillermond. La Morphologie et la Cytologie des levures. Bull. Inst. Pasteur. 3. 1905.
4. Guillermond. La Cytologie des bactéries. Bull. Inst. Pasteur. 5. 1907.
5. R. Hertwig. Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. f. Protokund. 1. 1902.
6. Em. Mencl. Dalsi pozorování... symbiotických bakterií. Vestn. Kral. Česk. Společ. nauk v Praze. 1904.
7. Em. Mencl. Nachträge zu... von Bacterium gammari Vejd. Arch. f. Protokund. 8. 1907.
8. Mesnil. Chromidies et questions connexes. Bull. Pasteur. 3. 1905.
9. Schaudinn. Untersuchungen über... von Trichosporium Sieboldi. Schn. Abhandl. d. Preuss. Akademie der Wiss., 1899.
10. Schaudinn. Beiträge zur Kenntnis... Organismen. Arch. f. Protokund. 1. 1902.
11. Siedlecki. O znaczeniu karyosomu. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Akad. Umiej. Kraków, 1904. Bullet. Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie 1904.
12. Vejdovsky. Bemerkungen über den Bau... der Bakterien. Zentralbl. f. Bakter. Parasit. u. Infekt. Abt. II. 6. 1900.
13. Vejdovsky. Ueber den Kern der Bakterien... Teilung. Zentralbl. f. Bakter. Parasit. u. Infekt. Abt. II. 11. 1904.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków, 1908 — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

7 Maja 1908.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé)

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

S. Zaremba. L'équation biharmonique etc. . . . .	Mars	1907
A. Bolland. Gaiac et oxyhémoglobine . . . . .	Mars	1907
L. Grabowski. Mesures au moy. de micromètres d'occultation . . . . .	Avril	1907
L. Natanson. Théorie d. l. dispersion et de l'extinction etc. . . . .	Avril	1907
H. Merczyng. Mouvement d. liquides à grande vitesse etc. . . . .	Mai	1907
A. Bolland. Réaction de l'aloïne avec l'oxyhémoglobine . . . . .	Mai	1907
K. Kling. L'aldéhyde para-tolylacétique etc. . . . .	Mai	1907
M. Sadzewicz. Fatigue photo-électrique d. métaux . . . . .	Mai	1907
K. Wójcik. Blocs exotiques dans le flysch etc. . . . .	Mai	1907
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Etudes sur la chlorophylle . . . . .	Juin	1907
J. Merunowicz, J. Zaleski. Les Hémines . . . . .	Juill.	1907
J. Zaleski. Méthode d. combustions élém. etc. . . . .	Juill.	1907
W. Dziewulski. Perturbations séc. d. petites planètes . . . . .	Juill.	1907
L. Bruner, St. Tolloczko. Vitesse d. dissolution d. solides, II. . . . .	Juill.	1907
L. Bruner, J. Dłuska. Bromuration du toluène . . . . .	Juill.	1907
L. Bruner. Conductibilité él. du Br et J en solution etc. . . . .	Juill.	1907
W. Łoziński. Cavités lacustres pleistocènes etc. . . . .	Juill.	1907
Z. Thullie. Diamagnétisme. Théorie des électrons . . . . .	Juill.	1907
St. Dąbrowski. Matière colorante des urines etc. . . . .	Oct.	1907
A. Korn. Solution gén. d. problème biharmonique . . . . .	Oct.	1907
St. Niementowski. Acide anthranil. et éther benz. etc. . . . .	Oct.	1907
M. P. Rudzki. La gravité à Cracovie, S. Francisco etc. . . . .	Oct.	1907
J. Morozewicz. Composition de la néphéline . . . . .	Oct.	1907
L. Żłobicki. Radium et solutions colloïdales . . . . .	Nov.	1907
C. Zakrzewski. Analyseur elliptique à pénombre . . . . .	Nov.	1907
J. Lewiński. Dépôts jurassiques, chaîne de Sulejów . . . . .	Nov.	1907
L. Marchlewski, J. Robel. Chlorophylles . . . . .	Déc.	1907
K. Żorawski. Équations aux dériv. part. de 1 <sup>m</sup> Ordre . . . . .	Déc.	1907
W. Sierpiński. Développement de l'expression $\sqrt[m]{a}$ . . . . .	Déc.	1907
M. Smoluchowski. Théorie cinét. de l'opalescence des gaz etc. . . . .	Déc.	1907
H. Merczyng. Stegmani Inst. math. libri II . . . . .	Déc.	1907
M. P. Rudzki. Remarque etc. . . . .	Déc.	1907



S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen - Trialdéhyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	Janv. 1908
L. Marchlewski, St. Piasecki. Preparing phylloporphyrine . . . . .	Mars 1908
Lad. Natanson. Elliptic polarization of light (magd. field) . . . . .	Mars 1908

## B). Sciences biologiques.

E. Jentys. Nature chim. et structure de l'amidon . . . . .	Mars 1907
H. Zapałowicz. Revue de la Flore d. l. Galicie IX . . . . .	Avril 1907
St. Saski. Microbes anaérob. d. l. tissus normaux . . . . .	Avril 1907
G. Goldfinger. Sacs lymph. d. l. membres post. d. l. Grenouille . . . . .	Avril 1907
E. Piasecki. Lois du travail musculaire volontaire . . . . .	Avril 1907
M. Konopacki. Respiration des lombrics . . . . .	Mai 1907
M. Siedlecki. Structure et cycle évolutif d. Caryotropha Mesn. . . . .	Mai 1907
E. Rosenhauch. Développement embryonn. d. l. cellule mucipare . . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Noyaux d. l. cellules d. appendices d. suspenseur etc. . . . .	Juin 1907
Z. Wóycicki. Sac embryonnaire de la capucine . . . . .	Juin 1907
W. Kuleżyński. Fragmenta arachnologica, V . . . . .	Juin 1907
A. Karpiński, Br. Niklewski. Nitrification d. l. cultures impures . . . . .	Juin 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, X . . . . .	Juin 1907
S. Krzemieniewski. Etudes sur l'Azotobacter chroococc. Beij . . . . .	Juill. 1907
St. Welecki. Action phys. de la glande surrén. et de l'adrénaline . . . . .	Juill. 1907
M. Kowalewski. Etudes helminthologiques, X . . . . .	Juill. 1907
M. Raciborski. Croissance des cellules à pas . . . . .	Oct. 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, XI . . . . .	Déc. 1907
M. Raciborski. Hemmung d. Beweg. wachst. b. Basidiobolus . . . . .	Janv. 1908
VI. Kuleżyński. Fragmenta arachnologica VI. . . . .	Janv. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung . . . . .	Févr. 1908
J. Browiński. Proteinsäuren im Blute . . . . .	Févr. 1908
K. Stołyhwo. Le crâne de Nowosiółka etc. . . . .	Févr. 1908
J. Browiński, S. Dąbrowski. Dosage d. l. mat. color. des urines . . . . .	Mars 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la Flore de la Galicie. XII . . . . .	Mars 1908
J. Młodowska. Histogenese der Skelett-Muskeln . . . . .	Mars 1908
Ch. Klecki, A. Wrzosek. Passage de microbes dans les urines . . . . .	Mars 1908
F. Krzyształowicz, M. Siedlecki. Etude exp. de la syphilis . . . . .	Mars 1908

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N<sup>o</sup> 5.

MAL.

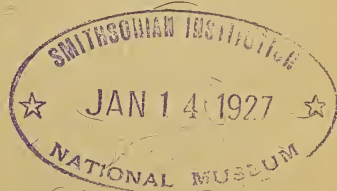
1908.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.



BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 5.

Mai

1908.

**Sommaire:** 26. SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DE L'ACADÉMIE du 16 Mai 1908.

27. K. OLSZEWSKI. Die Verflüssigung der Gase; eine historische Skizze.

28. K. JABŁCZYŃSKI. Zur Kenntnis der Katalyse in heterogenen Systemen. Zersetzung des Chromchlorürs am Platinblech.

29. M. DZIURZYŃSKI. Ueber die Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung des Chlorwasserstoffes in Benzollösung.

30. J. LEWIŃSKI. Les dépôts jurassiques près la station Chęciny et leur faune.

31. H. KRZEMIENIEWSKA. Zur Ernährung des Azotobaktters.

32. H. ZAPĄŁOWICZ. Revue critique de la Flore de la Galicie. XIII Partie.

33. H. HOYER. Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlärven. II Teil.

34. E. ROSENHAUCH. Ueber die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen.

35. K. OLSZEWSKI. Nachtrag.

26. SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DE L'ACADÉMIE  
DU 16 MAI 1908.

Au nom de son Altesse Impériale et Royale, l'Archiduc François Ferdinand d'Este, auguste protecteur de l'Académie, la séance fut ouverte par S. E. M. le comte Stanislas Tarnowski, Président de l'Académie.

M. Boleslas Ulanowski, Secrétaire général, rendit compte des travaux de l'Académie pendant l'année écoulée et annonça que, dans la séance administrative du 15 mai, furent élus:

I. Dans la Classe de Philologie:

a) Membres titulaires:

S. E. Mgr. Joseph Bilczewski, archevêque de Léopol.

M. Léonard Lepszy, conseiller des mines et directeur du contrôle des monnaies à Cracovie.

M. Jean Rozwadowski, professeur à l'Université Jagellonienne.

M. Stanislas Tomkowicz, conservateur des beaux-arts.

II. Dans la Classe d'Histoire et de Philosophie:

a) Membre titulaire étranger:

M. Louis Pastor, Directeur de l'Institut historique autrichien à Rome et professeur à l'Université d'Innsbruck.

b) Membres correspondants:

M. François-Xavier Fierich, professeur à l'Université Jagellonienne.

Mgr. Ladislas Chotkowski, professeur à l'Université Jagellonienne.

III. Dans la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles:

a) Membre correspondant:

M. Marie Smoluchowski, professeur à l'Université de Léopol.

Ensuite M. Bronislas Dembiński donna lecture de son mémoire sur: *Szujski et sa synthèse historique*.

Enfin M. le Secrétaire général proclama les noms des lauréats de cette année:

Le prix Probus Barczewski de 2250 couronnes accordé au meilleur ouvrage historique est décerné à M. Stanislas Smolka pour son livre: *La politique de Lubecki avant l'insurrection de Novembre* (Deux volumes in 8-o).

Le même prix Probus Barczewski de 2250 couronnes destiné à récompenser la peinture est attribué à Mlle Olga Boznańska pour tous ses tableaux et en particulier pour ceux qu'elle a exposés l'année dernière.



La veille, c'est-à-dire le 15 mai, s'était tenue la séance plénière semestrielle administrative de l'Académie.



## Séance du lundi 4 Mai 1908.

PRÉSIDENCE DE M. K. OLSZEWSKI.

27. *Skroplenie gazów; szkic historyczny. — Die Verflüssigung der Gase; eine historische Skizze.* Mémoire de M. K. OLSZEWSKI m. t.

(Planches XIX, XX et XXI).

### Stand der Forschung auf dem Gebiete der Verflüssigung der Gase vor dem Jahre 1883.

Die Arbeiten über die Verflüssigung der Gase wurden schon zu Anfang des XIX. Jahrhunderts mehrmals unternommen und, wenn auch einige von denselben höchstwahrscheinlich zu positiven Resultaten führten, so haben sie dennoch keine Aufmerksamkeit der damaligen Gelehrten auf sich gezogen und sind ohne Einfluß auf weitere Forschungen auf diesem Gebiete geblieben. Systematische Untersuchungen über die Verflüssigung der Gase wurden erst von M. Faraday im Jahre 1823 begonnen, der sich einer ebenso einfachen wie auch erfolgreichen, auf der Entwicklung der untersuchten Gase in einer zugeschmolzenen, knieförmigen Glasröhre beruhenden Methode bediente. Durch Abkühlung der auf diese Weise komprimierten Gase mittels einer Kältemischung gelang es ihm, folgende Gase in den flüssigen Zustand überzuführen: Chlor, schweflige Säure ( $\text{SO}_2$ ), Schwefelwasserstoff, Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ), Cyan, Ammoniak, unterchlorige Säure ( $\text{ClO}_2$ ), Stickoxydul ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Chlorwasserstoff (dieser war schon früher von Davy verflüssigt worden).

Die zweite Serie seiner Untersuchungen wurde von Faraday im Jahre 1845 ausgeführt<sup>1)</sup>; er bediente sich dabei der festen Kohlensäure als Kältemittels, welche mittels der von Thilorier in Paris (1834) wie auch von Adams in London konstruierten Apparate in größerer Menge erhalten werden konnte. Mit einer Mischung der festen Kohlensäure mit Äther (Thiloriers Mischung) erhielt er unter dem Rezipienten einer Luftpumpe niedrige Temperaturen bis  $-110^\circ$ . Indem er die untersuchten Gase mittels einer Druckpumpe bis zum Druck von 50 Atm. komprimierte und die-

<sup>1)</sup> Annalen d. Phys. und Chem., Ergänzungsband II. 193. 1848.



selben mittels der Thilorier'schen Mischung bis  $-110^{\circ}$  abkühlte, gelang es ihm, weitere sechs Gase in den flüssigen und sieben Gase auch in den festen Zustand überzuführen. Von den damals bekannten Gasen zeigten unter diesen Bedingungen folgende Gase keine Spur einer Verflüssigung oder Erstarrung: Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Stickoxyd, Kohlenoxyd und Grubengas. Die Bemühungen anderer Forscher wie Natterers (1845), Berthelots (1850), Andrews' (1861), einige von diesen Gasen durch Anwendung enorm hoher Drucke (500 bis 3600 Atm.) bei gleichzeitiger Abkühlung zu verflüssigen, blieben ebenfalls erfolglos.

Die Untersuchungen Faradays blieben lange Zeit unübertroffen. Dieser ausgezeichnete Forscher erkannte auch ganz richtig den Grund seiner negativen Resultate bezüglich der erwähnten sechs Gase, indem er annahm, daß für jedes von diesen Gasen ein Cagniard la Tour'scher Zustand existiert, charakterisiert durch eine gewisse Temperatur, oberhalb welcher das Gas „wahrscheinlich durch keinen Anwuchs von Druck in eine Flüssigkeit verwandelt werden kann“. Aus den Untersuchungen Thiloriers vermochte Faraday diesen Cagniard la Tour'schen Zustand für Kohlensäure ziemlich genau zu bestimmen und gibt für denselben 73 Atm. Druck und  $32^{\circ}\text{C}$  an. Diese Zahlen stimmen sehr gut mit den kritischen Daten der Kohlensäure überein, welche Andrews in seiner klassischen, im J. 1869 publizierten Arbeit (über den kritischen Punkt der Kohlensäure) gefunden hat.

Weitere Versuche, welche auf die Entwicklung der Forschung über die Verflüssigung der Gase großen Einfluß ausgeübt haben, wurden im J. 1877 und 1882 von L. Cailletet in Paris ausgeführt<sup>1)</sup>. In seinen ersten Versuchen (1877) trachtete Cailletet die niedrige, zu der Verflüssigung der Sauerstoffs und des Kohlenoxyds nötige Temperatur durch Expansion der bis 300 Atm. komprimierten Gase in einem eigens dazu konstruierten Apparate zu erhalten; auf Anwendung eines äußeren Kältemittels wurde weniger Gewicht

<sup>1)</sup> Die gleichzeitig 1877 von R. Pictet in Genf ausgeführten Versuche über die Verflüssigung des Sauerstoffs und Wasserstoffs übertrafen, was die angewandten Kältemittel und hohen Drucke anbelangt, nicht die Versuche von Faraday, Berthelot und Andrews und, da sie außerdem mit unreinen Gasen (28) und nicht einwandfreier Einrichtung des verwendeten Apparates angestellt wurden, führten sie zu irrigen Resultaten, welche durch spätere Versuche anderer Forscher nicht bestätigt wurden.

gelegt. Es wurden dabei insofern positive Resultate erhalten, als bei der plötzlichen Expansion der Gase ein Nebel sichtbar wurde, welcher von der „momentanen Verflüssigung“ derselben zeugte. Ähnliche Resultate wurden auch mit Luft, Stickstoff und Methan erhalten<sup>1)</sup>. Diese Versuche bewiesen unzweifelhaft die Möglichkeit der Verflüssigung der erwähnten Gase, sie erlaubten aber nicht, dieselben dauernd in den flüssigen Zustand zu versetzen und ihre kritischen Konstanten, Siede- und Erstarrungstemperaturen zu messen. Die kritische Temperatur, welche Cailletet für Stickoxyd (zwischen  $+8^{\circ}$  und  $-11^{\circ}$ ) angibt, hat sich als irrig erwiesen (17).

In der Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften vom 31. Dezember 1877 hat sich Berthelot folgendermaßen über die Cailletet'schen Versuche geäußert: „Daraus kann man so lange keine weiteren Schlüsse ziehen, bis es einem durch die Cailletet'schen Versuche geleiteten Forscher gelingt, dauernde und längere Zeit im statischen Zustande zu beobachtende Flüssigkeiten zu erhalten, was bis jetzt noch niemandem gelungen ist. Die durch Herrn Cailletet zum erstenmal sozusagen in dynamischem Zustande verflüssigten Gase bilden sich unter den Augen des Beobachters, um sogleich zu verdampfen“. Die von Berthelot vorausgesagte Verflüssigung der sogenannten permanenten Gase im statischen Zustande erfolgte in Krakau im J. 1883.

Bei den ersten Versuchen mit Wasserstoff erhielt Cailletet negative Resultate; in den folgenden, welche unter denselben Bedingungen ausgeführt wurden (Abkühlung bis  $-29^{\circ}$ , Expansion von 280 Atm.) bemerkte er einen äußerst feinen, sehr kurz andauernden Nebel. Ich werde noch später auf diesen Gegenstand zurückkommen und werde beweisen, daß eine Verflüssigung des Wasserstoffs bei den Bedingungen des Cailletet'schen Versuches unmöglich war. Der leichte Nebel, welchen Cailletet bei der Expansion des Wasserstoffs bemerkte, konnte von geringer Verunreinigung mit Luft herrühren, da ganz reiner und luftfreier Wasserstoff nur bei Anwendung großer Vorsichtsmaßregeln erhalten werden kann.

Im Jahre 1882 wiederholte Cailletet seine Versuche behufs Verflüssigung des Sauerstoffs bei Anwendung des flüssigen Äthylens als Kältemittels ( $-105^{\circ}$ ). Das Aufkochen des Sauerstoffs während

<sup>1)</sup> C. R. 85. 1016. Ann. de Chim. et de Phys. 15. 132.

C. R. 85. 1213. C. R. 85. 1270.

der Expansion trat diesmal noch viel deutlicher auf, aber auch dieser Versuch führte nicht zu dauernder Verflüssigung dieses Gases, und Cailletet beabsichtigte, für künftige Versuche ein schwieriger verflüssigbares Gas (Grubengas) als Kältemittel zu benutzen. Wenn auch diese Versuche nicht zu der definitiven Verflüssigung der sogenannten permanenten Gase führten, so müssen sie jedoch seit Faradays letzten Arbeiten als die wichtigsten auf diesem Gebiete betrachtet werden. Das zuerst von Cailletet als Kältemittel verwendete flüssige Äthylen hat bei den folgenden, im J. 1883 in Krakau ausgeführten Versuchen die dauernde Verflüssigung der permanenten Gase ermöglicht.

### Verflüssigung der Gase in Krakau.

Im vorangehenden Abschnitte habe ich die Bedeutung der Faraday'schen und Cailletet'schen Versuche hervorgehoben. Bevor ich zu den Krakauer Untersuchungen übergehe, betrachte ich es als meine Pflicht, noch die Verdienste J. Natterers kurz zu würdigen. Dieser Forscher beschäftigte sich mit der Verflüssigung und Erstarrung der Kohlensäure und des Stickoxyduls und es gelang ihm, mittels des flüssigen und festen Stickoxyduls die zu jener Zeit niedrigste Temperatur von  $-115^{\circ}$  zu erhalten. Seine Bemühungen, die sogenannten permanenten Gase durch Anwendung enorm hoher Drucke (3600 Atm.) zu verflüssigen, blieben zwar erfolglos, sein Kompressionsapparat aber, welchen er zur Darstellung größerer Mengen flüssiger und fester Kohlensäure konstruierte, wurde lange Jahre hindurch in den wissenschaftlichen Instituten allgemein verwendet.

Meine ersten praktischen Kenntnisse über die Verflüssigung der Gase verdanke ich einem alten Nattererschen Kompressionsapparate, welchen ich im Jahre 1869 im hiesigen, übrigens äußerst dürftig eingerichteten chemischen Universitätslaboratorium als chemischer Stipendist der Anstalt vorgefunden habe. Nach einigen vergeblichen Versuchen mit dem allerdings etwas defekten Apparate gelang es mir, die Kohlensäure in demselben zu verflüssigen, und seit dieser Zeit habe ich als mehrjähriger Assistent der Anstalt regelmäßig die flüssige und feste Kohlensäure für die Vorlesungen des Prof. Czyniański vorbereitet. Bei dieser Gelegenheit habe ich mich mit den wichtigsten Versuchen Faradays wie auch mit



der Erhaltung sehr niedriger Temperaturen (bis  $-110^{\circ}$ ) vertraut gemacht. Als daher im J. 1883 S. v. Wróblewski die Lehrkanzel der Physik an der hiesigen Universität übernommen und den Cailletet'schen Apparat aus Paris (wo er im Jahre 1882 die Cailletet'schen Versuche zu sehen Gelegenheit hatte) mitgebracht hatte, habe ich ihm gemeinschaftliche Untersuchungen behufs Verflüssigung des Sauerstoffs bei Anwendung des Cailletet'schen Apparates und des flüssigen im Vakuum siedenden Äthylens als Kältemittel vorgeschlagen (57)<sup>1)</sup>. Auf diese Weise war es möglich, daß die ziemlich schwierigen Versuche, welche im Februar 1883 angefangen wurden, schon nach wenigen Monaten (9. April 1883) zur dauernden Verflüssigung des Sauerstoffs führten, wodurch auch die Bestimmung seiner Dampfspannungen und der denselben entsprechenden Temperaturen ermöglicht wurde (1). Nach der Verflüssigung des Sauerstoffs folgte bald die Verflüssigung des Stickstoffs (2) und des Kohlenoxyds wie auch die Erstarrung des Alkohols und des Schwefelkohlenstoffs (3).

Meine gemeinschaftlich mit Wróblewski ausgeführten Versuche wurden mit sehr bescheidenen Mitteln ausgeführt. Einer der wichtigsten Apparate, die bei diesen Versuchen verwendet wurden, war der Natterer'sche Kompressor, welcher zur Verflüssigung der als Kältemittel nötigen Kohlensäure und des Äthylens diente. Auch bei späteren Versuchen, welche von mir und von Wróblewski nach der Auflösung der Mitarbeiterschaft ausgeführt wurden, spielte der Natterer'sche Apparat eine wichtige Rolle, da derselbe nicht nur zur Verflüssigung der als Kältemittel benutzten, sondern auch zum Komprimieren der untersuchten sogenannten permanenten Gase stetige Verwendung fand. In meinem Laboratorium habe ich mich des Natterer'schen Apparates bei meinen Arbeiten bis zum Jahre 1900 bedient, in welcher Zeit derselbe durch einen Whitehead'schen Kompressor ersetzt wurde.

Zum Aufsammeln des Äthylens diente ein Zinkblechgasometer von 1 m<sup>3</sup> Inhalt. Zur Erhaltung des Vakuums wurde eine Bianchi'sche Pumpe für Handbetrieb gebraucht. Der Apparat zur Darstellung größerer Mengen flüssigen Äthylens unter Atmosphären-

<sup>1)</sup> Die irrige Vorstellung sub (3) (Ann. Phys. Chem. **20**, 248, sowie Ann. de Chim. et de Phys. **1**, 118, 1884) ist ohne mein Wissen und Einverständnis veröffentlicht worden.

druck bei Anwendung fester Kohlensäure als Kältemittels wie auch der Apparat, welcher das flüssige Äthylen im Vakuum sieden zu lassen erlaubte, wurden von mir konstruiert und auch eigenhändig gefertigt (57) <sup>1)</sup>.

Seit Oktober 1883, nach der Beschaffung der nötigen Apparate für das hiesige chemische Laboratorium, wurden weitere Versuche über die Verflüssigung der Gase von mir im chemischen und von Wróblewski in dem physikalischen Institute, unabhängig voneinander, weitergeführt. Ich bediente mich bei meinen Versuchen einer viel größeren Vakuumpumpe und eines Natterer'schen Kompressors neuerer Konstruktion. Beide Apparate wurden für Motorbetrieb eingerichtet.

Die Arbeiten, welche in den nächsten fünf Jahren von mir und von Wróblewski ausgeführt wurden, kann man aus der am Ende dieser Abhandlung chronologisch zusammengestellten Literatur ersehen. Sie behandelten vorwiegend dasselbe Thema und unterschieden sich voneinander hauptsächlich dadurch, daß Wróblewski, wenigstens anfangs, mit kleineren Mengen der verflüssigten Gase experimentierte und bei der Bestimmung der niedrigen Temperaturen sich stets eines Thermoelementes (Kupfer, Argentan) bediente, wobei die niedrigsten Temperaturen durch Extrapolation berechnet werden mußten.

Der Apparat, dessen ich mich während der Versuche seit Anfang 1884 bediente, ist auf der beigefügten Fig. 1 (Tafel XIX) im Durchschnitt dargestellt.

Zur Bestimmung tiefer Temperaturen bediente ich mich in meinen Versuchen mit wenigen Ausnahmen nur des Wasserstoffthermometers, welches sich für diese Zwecke ausgezeichnet bewährt hat, so daß meine vor 20 Jahren unter ziemlich schwierigen Bedingungen ausgeführten Bestimmungen der Siede- und Erstarrungstemperaturen der permanenten Gase in neuester Zeit von mehreren Forschern bestätigt wurden, wobei die Unterschiede gewöhnlich 1° nicht übersteigen. In diesem Apparate wurden alle sogenannten

<sup>1)</sup> Meine Mitarbeiterschaft mit Wróblewski habe ich deshalb etwas eingehender geschildert, weil von mehreren Autoren in verschiedenen Lehrbüchern und Abhandlungen die Verflüssigung der Gase in Krakau in ganz falschem Lichte dargestellt worden ist. Ein solcher Versuch wurde auch in neuester Zeit gemacht, wodurch ich mich genötigt sah, diese falsche Vorstellung in der „Zeitschrift für komprimierte und flüssige Gase“ zu berichtigen (57).

permanenten Gase mit Ausnahme des Wasserstoffs in Quantitäten von mehreren Kubikcentimetern verflüssigt und die kritischen, Siede- und Erstarrungstemperaturen derselben <sup>1)</sup> wie auch ihre Dichten bei den Siedetemperaturen bestimmt. Die wichtigsten Konstanten, welche in diesem Apparate erhalten wurden (13) (15) (16) (17) (24), befinden sich in der am Ende dieser Abhandlung zusammengestellten Tabelle. Derselbe Apparat diente auch bei der Untersuchung des Absorptionsspektrums des flüssigen Sauerstoffs und der flüssigen Luft (23) sowie zur Verflüssigung des Ozons, wobei flüssiger Sauerstoff als Kältemittel verwendet wurde (22). Die Siedetemperatur des Ozons wurde mittels eines Schwefelkohlenstoffthermometers bestimmt ( $-109^{\circ}$ ). Die heftige Explodierbarkeit des flüssigen Ozons erlaubte mir aber nicht, diese Bestimmung mit nötiger Genauigkeit auszuführen.

Ich habe versucht, mit diesem Apparat auch den Wasserstoff in den flüssigen Zustand überzuführen, wobei im Vakuum siedender Sauerstoff und auch flüssige Luft als Kältemittel verwendet wurden (8) (11). Zu diesem Zwecke wurde in dem Apparate Taf. XIX anstatt des Wasserstoffthermometers c) eine entsprechend verlängerte Glasröhre des Cailletet'schen Apparates befestigt. Der bis  $-198^{\circ}$  abgekühlte und bis zu 190 Atm. komprimierte Wasserstoff wurde plötzlich expandiert, wobei sich ein dichter Nebel des verflüssigten Wasserstoffs zeigte. Ähnliche Versuche, aber in kleinerem Maßstabe, wurden gleichzeitig auch von Wróblewski ausgeführt, wobei er den auf 100 Atm. komprimierten und mit dem unter Atmosphärendrucke siedenden Sauerstoffe ( $-182^{\circ}$ ) <sup>2)</sup> abgekühlten Wasserstoff rasch expandierte.

Es waren somit in jener Zeit von drei verschiedenen Forschern Untersuchungen über die Verflüssigung des Wasserstoffs ausgeführt: von Cailletet 1877, von Wróblewski und von mir im J. 1884. Alle drei Forscher haben unter verschiedenen Bedingungen experimentiert und alle behaupteten, bei der Expansion des

<sup>1)</sup> Stickstoff, Kohlenoxyd, Stickoxyd und Methan wurden zum erstenmal in festem Zustande erhalten, da die von Wróblewski (6) angegebene Erstarrung des Stickstoffs bei der Expansion zum Atmosphärendrucke sich später nicht bestätigte.

<sup>2)</sup> Wróblewski schätzte die Siedetemperatur des bis zum Atmosphärendrucke expandierten Sauerstoffes auf  $-186^{\circ}$ , spätere Versuche haben jedoch gezeigt, daß diese Temperatur rund  $-182^{\circ}$  beträgt.



Wasserstoffs einen Nebel gesehen zu haben. Wróblewski konnte aber die Versuche Cailletets und ich diejenigen Wróblewski's nicht bestätigen (8) (11). Es fragt sich nun, durch welchen Forscher der Wasserstoff zum erstenmal in Nebelform verflüssigt wurde. Solange der Siedepunkt des Wasserstoffs unbekannt war, war es nicht möglich, eine sichere Antwort auf diese Frage zu geben; nachdem aber im J. 1898 der Wasserstoff von Dewar im statischen Zustande verflüssigt und seine Siedetemperatur  $= -252.5^{\circ}$  gefunden wurde, ist es möglich geworden, mittels der Formel von Laplace und Poisson  $\frac{T}{T_1} = \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$  die niedrigste Temperatur zu berechnen, welche jeder von den erwähnten Experimentatoren erhalten konnte, und dadurch zu konstatieren, bei welchen Versuchen die Temperatur des Wasserstoffs sich bis unterhalb seiner Siedetemperatur erniedrigte.

In der folgenden Tabelle habe ich diese niedrigsten, auf Grund der von den erwähnten Experimentatoren angegebenen Daten berechnet und zusammengestellt:

Verfasser und Jahr des Versuches	Anfangs- druck	Anfangs- temperatur	Expansion bis zum Druck	Temperatur- Erniedrigung bis	Differenz mit der Siedetem- peratur des Wasserstoffs
Cailletet im J. 1877 C. R. 85. 1278.	280 Atm.	$-29^{\circ}$	1 Atm.	$-225.5^{\circ}$	$27^{\circ}$ oberhalb
Wróblewski im J. 1884 C. R. 98. 304.	100 Atm.	$-182^{\circ}$	1 Atm.	$-249^{\circ}$	$3.5^{\circ}$ oberhalb
Olszewski im J. 1884 C. R. 98. 365.	190 Atm.	$-198^{\circ}$	1 Atm.	$-257^{\circ}$	$4.5^{\circ}$ unterhalb

Aus obiger Tabelle kann man sich überzeugen, daß die niedrigste Temperatur bei den Cailletet'schen Versuchen um  $27^{\circ}$ , bei den Wróblewski'schen um  $3.5^{\circ}$  höher war als die Siedetemperatur des Wasserstoffs, während bei den Bedingungen meiner Versuche die Temperatur  $4.5^{\circ}$  unterhalb dieser Temperatur fallen konnte. Die Verflüssigung des Wasserstoffs konnte mithin nur in diesem letzten Falle erfolgen.

In den letzten Jahren vor seinem Tode<sup>1)</sup> beschäftigte sich Wróblewski mit der Zusammendrückbarkeit des Wasserstoffs. Das hinterlassene Manuskript wurde von seinem damaligen Assistenten Dr. I. Zakrzewski zum Drucke vorbereitet und in den Schriften der Wiener Akademie der Wissenschaften veröffentlicht. Wróblewski (25) berechnete in dieser Arbeit mittels der Formel von van der Waals (auf Grund seiner Versuche über die Zusammendrückbarkeit des Wasserstoffs) kritische Konstanten für dieses Gas, welche eine merkwürdige Übereinstimmung mit den von mir im Jahre 1905 (55) experimentell bestimmten kritischen Daten des Wasserstoffs aufweisen.

Bei der Anwendung des in Fig. 1 (Taf. XIX) dargestellten Apparates mußten alle Versuche in derselben Glasröhre ausgeführt werden, in welcher die Verflüssigung der Gase erfolgte. Die Quantitäten der verflüssigten Gase waren gering und überstiegen nicht 12 bis 15 cm<sup>3</sup>. Das Experimentieren mit diesem Apparate war auch nicht ganz ungefährlich, da die verhältnismäßig weite Verflüssigungsröhre (*e*) bei Anwendung hoher Drucke leicht explodieren konnte und auch wirklich bei einem Versuche explodierte, wobei der Apparat teilweise vernichtet wurde. Um diesem Mißstand abzuhelpfen, habe ich im J. 1890 einen anderen, viel größeren Apparat konstruiert, welcher von dem früher beschriebenen (Fig. 1) sich hauptsächlich dadurch unterscheidet, daß die zerbrechliche Verflüssigungsröhre (*e*) durch einen auf 200 Atm. Druck geprüften Stahlzylinder ersetzt wurde.

Dieser Apparat wurde vorwiegend zur Verflüssigung größerer Mengen Sauerstoffs gebraucht. Er konnte aber auch zur Verflüssigung von Luft und anderer permanenten Gase verwendet werden. Da der Verflüssigungszylinder 200 cm<sup>3</sup> faßte, so war es möglich, in demselben eine ebenso große Menge flüssigen Sauerstoffs auf einmal zu erhalten, welcher nachher aus dem Stahlzylinder in ein offenes Glasgefäß abgelassen werden konnte. Der Apparat erlaubte übrigens, in kurzen Zeitabständen mehrere Portionen von je 200 cm<sup>3</sup> zu verflüssigen. Es war leicht möglich, die Dimensionen des Apparates beliebig zu vergrößern und denselben auch für kontinuierlichen Betrieb bei Anwendung größerer Kompressoren einzurichten<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Wróblewski starb im J. 1888 infolge eines Unfalls mit einer Petroleumlampe im Laboratorium.

<sup>2)</sup> Prof. Kamerlingh Onnes erbaute einige Jahre später einen auf dem-

Der von mir im J. 1900 konstruierte Apparat, dessen genauere Beschreibung sich in den sub (30) und (40) zitierten Abhandlungen befindet, ist in der Fig. 2, Taf. XX, im Durchschnitt dargestellt<sup>1)</sup>.

Dieser Apparat (Fig. 2) fand nachher Verwendung in einer Reihe von Arbeiten, welche von K. Olszewski (im chem. Institute), von A. Witkowski (im physikalischen Institute), von K. Olszewski und A. Witkowski (gemeinschaftlich) und von T. Estreicher (im chem. Institute) ausgeführt wurden. In einigen von diesen Arbeiten wurden die Eigenschaften des flüssigen Sauerstoffs untersucht, wie sein Absorptionsspektrum und seine blaue Farbe (31), der Brechungskoeffizient, die quantitative Absorption (35) und die Dispersion des Lichtes im flüssigen Sauerstoff (36) sowie die Sättigungsdrucke desselben (42). Bei anderen Arbeiten wurde der in diesem Apparate verflüssigte Sauerstoff als Kältemittel verwendet, namentlich bei den Versuchen A. Witkowski's: Über die Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit der atmosphärischen Luft (32), über die thermodynamischen Eigenschaften der Luft (43), bei meinen Versuchen: Über den kritischen Druck des Wasserstoffs (34), über die Verflüssigung und Erstarrung des Argons (37), bei der Bestimmung der kritischen und der Siedetemperatur des Wasserstoffes (41), wie auch bei der Verflüssigung des Heliums (44), welches mir von Sir W. Ramsay zu diesem Zwecke gleich nach der Entdeckung desselben zugesandt worden ist. Auf Grund dieser letzten Arbeit folgerte ich, daß das Helium ein äußerst schwierig verflüssigbares Gas ist und daß sein Siedepunkt unterhalb  $-264^{\circ}$  liegen dürfte. Diese meine Folgerung hat sich vollkommen bestätigt, nachdem die im J. 1898 angebliche Verflüssigung und Erstarrung des Heliums von Dewar sich später als irrig erwies. Was die Bestimmung der kritischen und der Siedetemperatur des Wasserstoffs anbelangt (41), so wurden dieselben insofern bestätigt, als auch von Dewar (1898), welchem größere Quantitäten flüssigen Wasserstoffs zur Verfügung standen, bei Anwendung eines Platinwiderstandsthermometers eine identische Siedetemperatur dieses Gases ( $-243.5^{\circ}$ ) gefunden wurde. Das von

selben Prinzip beruhenden Apparat für kontinuierlichen Betrieb in seinem großartig eingerichteten kryogenischen Laboratorium in Leyden (Communications from the Laboratory of Physics, Leyden, Nr. 14, 1894).

<sup>1)</sup> Die Zeichnungen Fig. 1 bis Fig. 3 sind photographische Reproduktionen größerer Wandtafeln, von welchen Fig. 1 und Fig. 2 auf Anregung der österreichischen Komitees für die Pariser Weltausstellung im J. 1889 angefertigt worden sind.



mir verwendete Widerstandsthermometer wurde später (1902) mit einer größeren Menge flüssigen Wasserstoffs geprüft, wobei es dieselbe Widerstandsabnahme zeigte (55), wie bei meinen Versuchen im J. 1895 (41). Diese Übereinstimmung beweist, daß ich bei meinen Versuchen von 1895 den Wasserstoff in einer Menge verflüssigte, welche ausreichend war, um das Platinwiderstandsthermometer bis auf die Siedetemperatur jenes Gases abzukühlen, die, wie wir jetzt wissen,  $-252.5^{\circ}$  beträgt, und daß der Unterschied von  $9^{\circ}$  nur der — damals unvermeidlichen — Extrapolation zuzuschreiben ist.

In den sub (38) und (39) zitierten Abhandlungen hat L. Natanson noch, bevor ich meine (41) Versuche angestellt hatte, auf Grund des Gesetzes der thermodynamischen Übereinstimmung die wahrscheinliche kritische und die Siedetemperatur des Wasserstoffes berechnet und hat bewiesen, daß sich die von mir angewendete Entspannungsmethode (34) (41) durch thermodynamische Gesetze begründen läßt.

Die zuerst von Faraday angewandte, auf starker Abkühlung der komprimierten Gase beruhende Methode hat erfolgreiche Resultate ergeben; denn sie führte zur Verflüssigung aller Gase im statischen Zustande mit Ausnahme des Heliums und des Wasserstoffs. Der letztere konnte nur in dem sogenannten dynamischen Zustande durch Entspannung aus hohem Drucke verflüssigt werden.

Im Jahre 1895 erfolgte ein großer Fortschritt in der Technik der Verflüssigung der Gase, insbesondere der Luft. Linde in München und Hampson in London konstruierten die sogenannten Gegenstromapparate, welche mittels eines Kompressors große Luftmengen ohne Anwendung anderer Kältemittel außer kaltem Wasser zu verflüssigen erlaubten. Die Lindeschen und Hampsonschen Apparate fanden sehr bald Eingang in zahlreiche wissenschaftliche Institute und erleichterten in hohem Grade die Anstellung der Versuche bei sehr niedrigen Temperaturen, wozu auch die Dewarschen, zu längerer Aufbewahrung flüssiger Luft dienenden Vakuumgefäße viel beigetragen haben. Es ist nicht Zweck dieser Abhandlung, die zahlreichen und ziemlich bekannten Arbeiten neueren Datums aufzuzählen und zu beschreiben, ich kann aber die großartige Entdeckung des Neons, des Kryptons und des Xenons von Sir Wm. Ramsay und W. Travers nicht unerwähnt lassen. Diese Gase wurden aus der flüssigen Luft isoliert und nachher auch in flüssigem Zustande erhalten.

Im Jahre 1898 erbaute Dewar einen auf dem Hampson'schen Konstruktionsprinzip beruhenden, bis jetzt noch nicht genauer beschriebenen Apparat, welcher ihm erlaubte, den Wasserstoff im statischen Zustande in größerer Menge zu verflüssigen und dessen Siede- und Erstarrungstemperatur zu bestimmen, wodurch ein mächtiges Kältemittel zur Erhaltung niedrigster Temperaturen (bis  $-260^{\circ}$ ) gewonnen worden ist. Im J. 1901 hat auch W. Travers einen Apparat zur Verflüssigung des Wasserstoffs konstruiert und denselben ausführlich beschrieben<sup>1)</sup>.

Dank einer Subvention des k. k. Ministeriums ist es mir im J. 1900 möglich geworden, mein veraltetes kryogenisches Laboratorium zeitgemäß einzurichten und meine für einige Zeit unterbrochenen Arbeiten weiterzuführen. Das Resultat länger dauernder Versuche waren: die Bestimmung der Inversionstemperatur der Kelvinschen Erscheinung für Wasserstoff (49) und die Konstruktion neuer Apparate zur Verflüssigung von Luft und Wasserstoff (50) (51). Beide Apparate für die Luftverflüssigung (50) beruhen auf dem von Hampson angewendeten Prinzip. Der eine Apparat eignet sich zur Erhaltung großer Quantitäten flüssiger Luft. Er wurde von Prof. A. Witkowski während seiner ausgezeichneten, langjährigen Arbeit über die Ausdehnung des Wasserstoffes (54) zu diesem Zwecke benutzt. Der andere, sehr kleine und instruktive Apparat eignet sich zur Demonstration der Luftverflüssigung während der Vorlesung.

Die Bestimmung der Inversionstemperatur der Kelvinschen Erscheinung für Wasserstoff erlaubte mir, den Apparat zur Verflüssigung dieses Gases zu vereinfachen (50) und dank einer besseren Ausnützung der Expansionskälte die zur Kühlung des Apparates nötige Menge flüssiger Luft bedeutend zu reduzieren. Einige Monate später (1903) habe ich einen noch einfacheren und leichter zu handhabenden Apparat verfertigt (51), welcher im hiesigen Institute bei fünfjähriger Verwendung sich vollkommen bewährt hat. Dieser Apparat ist in Fig. 3, Taf. XXI, im Durchschnitt abgebildet.

Der mit diesem Apparate verflüssigte Wasserstoff wurde öfters im hiesigen Institute als Kältemittel verwendet: von T. Estreicher in seiner Arbeit über die Schmelzpunkte des Sauerstoffs und Stick-

<sup>1)</sup> W. Travers. Phil. Mag. 1, 411. 1901.

stoffs (52), von mir bei der Bestimmung des kritischen Punktes des Wasserstoffs (55) und bei den weiteren, die Verflüssigung des Heliums bezweckenden Versuchen (56). In der letztgenannten Arbeit wurde vollkommen reines Helium mittels des flüssigen Wasserstoffs bis  $-259^{\circ}$  abgekühlt und von 180 Atm. bis zum atmosphärischen Drucke expandiert; es konnte aber keine Spur einer Verflüssigung oder Erstarrung des Heliums bemerkt werden, obwohl die Temperatur desselben — eine vollkommen adiabatische Expansion vorausgesetzt — mittels der Formel von Laplace und Poisson berechnet, bis rund  $-271^{\circ} = 2^{\circ}$  abs. sinken dürfte.

Die in neuester Zeit von Kamerlingh-Onnes veröffentlichte<sup>1)</sup> Nachricht über die Erstarrung des Heliums, welche mit meinen Versuchen im Widerspruche zu stehen schien, hat sich nicht bestätigt. Wie Prof. Kamerlingh-Onnes schreibt<sup>2)</sup>, hat er sich getäuscht, als er glaubte, festes Helium zu sehen. Es handelte sich dabei anscheinend nur um Lösungsvorgänge von festem Wasserstoff in gasförmigem Helium.

Die Schwierigkeiten, welche sich bis jetzt der Verflüssigung des Heliums in den Weg stellen, liegen wahrscheinlich in seinem sehr niedrigen kritischen Drucke. Solange sich das Helium unter hohem Drucke befindet, erfolgt seine Expansion so schnell, daß man einen adiabatischen Verlauf derselben annehmen kann; nachdem aber der Druck auf wenige Atmosphären gesunken ist, verläuft die Expansion viel langsamer (und deshalb nicht adiabatisch), weil das Wasser und das Quecksilber beim Öffnen des Ventils nicht schnell genug aus den Druckgefäßen entweichen können. In meinen Arbeiten mit Wasserstoff (34), (40), (41) habe ich bewiesen, daß die Verflüssigung eines Gases bei seiner Expansion solange nicht erfolgen kann, bis der Druck nicht unterhalb des kritischen Druckes gesunken ist. Da aber bei niedrigen Drucken die Expansion gewöhnlich langsam und nicht adiabatisch verläuft, so kann — vorausgesetzt, daß der kritische Druck des Heliums sehr niedrig ist — die Verflüssigung desselben bei der Expansion nicht erfolgen. Ist diese Voraussetzung richtig, so müßte die Vergrößerung der Expansionsgeschwindigkeit auch bei niedrigen Drucken

<sup>1)</sup> Chem. Ztg. vom 7. März 1908, Nr. 20, S. 248.

<sup>2)</sup> Chem. Ztg. 1908, Nr. 31, S. 396; und Nature (London) Vol. 77, S. 581, Nr. 2008 (1908).



die Verflüssigung des Heliums erleichtern. Ich beabsichtige, nächstens einige Versuche in dieser Richtung anzustellen.

Im Jahre 1906 habe ich Versuche ausgeführt, welche die Bestimmung der Inversionstemperaturen der Joule-Kelvinschen Erscheinung für Luft und Stickstoff bei verschiedenen Anfangsdrucken bezweckten (58). Es wurde mittels einer Kurve ersichtlich gemacht, daß die Inversionstemperaturen Funktionen des Anfangsdruckes sind und daß der Verlauf dieser Kurve mit dem Verflüssigungsvorgange der Luft in Gegenstromapparaten im Zusammenhang steht. Diese über die Inversionstemperaturen der Gase (49) (58) ausgeführten und bis jetzt noch nicht abgeschlossenen Versuche gaben Veranlassung zu theoretischen Betrachtungen und zur Prüfung der van der Waals'schen Zustandsgleichung, welche von A. W. Porter<sup>1)</sup> und J. D. Hamilton Dickson<sup>2)</sup> veröffentlicht worden sind.

Meine Untersuchungen über die Verflüssigung der Gase wurden unter schwierigen Bedingungen ausgeführt, welche sowohl durch die sehr bescheidenen, mir zu Gebote stehenden Mittel, wie auch dadurch verursacht waren, daß Krakau eine nichtindustrielle Universitätsstadt ist. Infolgedessen war ich öfters genötigt, außer den gewöhnlichen Arbeiten eines Experimentators auch meine Geschicklichkeit als Glasbläser, Maschinenschlosser und Mechaniker zu versuchen. Mit der Zeit gelang es mir auch diese Handwerkerkenntnisse so weit anzueignen, daß es mir möglich war, die sub (50) beschriebenen Apparate zur Verflüssigung von Luft und Wasserstoff wie auch den Apparat Taf. XXI in meinem Laboratorium zu verfertigen. Wenn auch diese Arbeit viel Zeit in Anspruch nahm, so war sie anderseits insofern von Nutzen, als die zahlreichen Umgestaltungen der Apparate, welche sich im Laufe der Versuche als nötig erwiesen, ohne Verzug an Ort und Stelle mit Laboratoriumskräften fast kostenlos ausgeführt werden konnten.

Seit einigen Jahren fertigt der hiesige Universitätsmechaniker W. Grodzicki den Apparat Taf. XXI nach einem von mir hergestellten Muster in einer soliden und leistungsfähigen Ausführung und hat schon über 20 Stück an verschiedene, vorwiegend ausländi-

<sup>1)</sup> A. W. Porter, Phil. Mag. 11. 554. 1906.

<sup>2)</sup> J. D. Hamilton Dickson, On the Joule-Kelvin Inversion Temperature and Olszewski's Experiment, Phil. Mag. 15. 126. 1908.

sche wissenschaftliche Institute geliefert. Der Apparat kann sowohl zur Verflüssigung der Luft wie auch des Wasserstoffs <sup>1)</sup> verwendet werden und leistet bei Anwendung eines mittelgroßen Kompressors (7 HP) zirka 1 Liter dieser flüssigen Gase pro Stunde. Prof. E. L. Nichols (von der Cornell University, Ithaca, New York), welcher vor einigen Jahren den Apparat von Grodzicki bezogen hatte, erzählte mir aber, daß er denselben regelmäßig zur Verflüssigung der Luft gebrauchte und daß der Apparat bei Anwendung eines größeren Kompressors (20 HP) 2 bis 3 Liter flüssige Luft stündlich liefere und bei der Arbeit niemals versage. Höchstwahrscheinlich könnte bei Anwendung eines größeren Kompressors auch die mit diesem kleinen Apparate zu erhaltende Menge des flüssigen Wasserstoffs verdoppelt und verdreifacht werden.

In neuester Zeit hat Kamerlingh Onnes <sup>2)</sup> eine auf demselben Hampson'schen Prinzip beruhende Installation zur Verflüssigung des Wasserstoffs in seinem Laboratorium errichtet, welche ihm erlaubte, 3—4 Liter flüssigen Wasserstoff in der Stunde zu erhalten und denselben bei mehreren Versuchen mit den niedrigsten Temperaturen zu gebrauchen.

Die Versuche über die Verflüssigung der Gase habe ich als unerfahrener Jüngling im Jahre 1869 ohne jedwede Leitung und Überwachung angefangen (s. oben S. 378.) und dieselben auch später Jahrzehnte lang weitergeführt. Es ereigneten sich dabei mehrere mitunter gefährliche Explosionen, von denen manche, wie z. B. die Explosion des flüssigen Ozons, kaum vorhergesehen werden konnte, und ich verdanke es teilweise den getroffenen Vorsichtsmaßregeln, weit mehr aber — besonders anfangs — der wachenden Vorsehung, daß sich dabei keine schwereren Unfälle ereigneten. Am gefährlichsten war die Explosion eines großen, etwa 2 Kilo schweren und in einem gußeisernen Gehäuse montierten Metallmanometers für 300 Atm., welche im Dezember 1894 beim Komprimieren des Sauerstoffs mit der Nattererschen Pumpe erfolgte. Der komprimierte Sauerstoff sollte als Kältemittel behufs Verflüssigung des mir von Sir William Ramsay aus London zugeschickten Argons dienen. Da mit demselben Kompressor unmittelbar vorher auch das Äthylen verflüssigt

<sup>1)</sup> In Verbindung mit Kompressor bei Verflüssigung größerer Mengen der erwähnten Gase, in Verbindung mit Stahlflaschen bei Vorlesungsversuchen.

<sup>2)</sup> Kamerlingh Onnes. Communications of the Leiden Laboratory, Nr. 94, 1906.

wurde, so bildete sich in dem Kompressor eine Äthylen-Sauerstoffmischung, welche sich während des Verdrängens derselben entzündete und die Explosion des Manometers verursachte. Die Trümmer desselben trafen mich aus unmittelbarer Nähe mit großer Wucht. Der Zufall endete aber dank dem dicken Winterrocke, den ich anhatte, mit einer achttägigen Krankheit, nach welcher die Versuche über Verflüssigung des Argons fortgesetzt werden konnten.

In der folgenden Tabelle habe ich die wichtigsten Gaskonstanten, wie die kritischen Konstanten, Siede- und Erstarrungstemperaturen

### Gaskonstanten

bestimmt im chem. Institute der Universität Krakau.

Gas	Krit. Temp.	Krit. Druck in Atm.	Siede-Temp.	Erstarr.- Temp.	Jahr des Versuches
Wasserstoff . . .	−240 8°	13·4—15	(−252·6°)	(−258·9°)	1895 u. 1905
Stickstoff . . .	−146°	35	−194·4°	−214°	1884—1885
Sauerstoff . . .	−118·8°	50·8	−181·4° −182·6°	−227°* (1905)	1885
Ozon . . . . .	−109°	annähernd	—	—	1887
Luft . . . . .	−140°	39	−191·4°	—	1884
Argon . . . . .	−121°	50·6	−187°	−189·6°	1895
Kohlenoxyd . . .	−139·5°	35·5	−190°	−207°	1884
Stickoxyd . . .	−93·5°	71·2	−153·6	−167°	1885
Methan . . . . .	−81·8°	54·9	−164°	−185·8°	1885
Ethan . . . . .	+34°	50·2	−93°	—	1889
Propan . . . . .	+97°	44	−45°	—	1889
Ethylen . . . . .	+10°	51·7	−102·5°	−169°	1884—1888
Chlor . . . . .	—	—	—	−102°	1884
Chlorwasserstoff .	—	—	−83·7°*	−111·1°*	1896
Bromwasserstoff .	+91·3°*	—	−64·9°*	−87·9°*	1896
Jodwasserstoff . .	+150·7°*	—	−34·1°*	−50·8°*	1896
Fluorwasserstoff .	—	—	—	−92·3°	1886
Phosphorwasserstoff	—	—	−85°	−132·5°	1886
Arsenwasserstoff .	—	—	−55°	−113·5°	1884
Selenwasserstoff .	+138°	91	−41°	−68°	1890
Schwefelwasserstoff	+100°	88·7	−61·5°	−91°	1890



zusammengestellt, welche im hiesigen chemischen Universitätslaboratorium von mir und teilweise von dem damaligen Assistenten der Anstalt T. Estreicher bestimmt worden sind. Die von Estreicher bestimmten Konstanten sind mit \* bezeichnet; die eingeklammerten Siede- und Erstarrungstemperaturen des Wasserstoffs sind nach den Bestimmungen von Travers und Jaquerod angegeben (1902).

Die Bestimmung der Konstanten des Stickstoffs, Kohlenoxyds und des Sauerstoffs, welche Wróblewski unmittelbar nach meinen Publikationen veröffentlicht hat (19), stimmen mit den oben angeführten ziemlich genau überein mit Ausnahme der Erstarrungstemperaturen des Stickstoffs und des Kohlenoxyds, welche nach Wróblewski's Angaben bedeutend höher sind, was der Anwendung einer Extrapolation bei der Messung derselben mittels eines Thermoelementes zuzuschreiben ist. Die von mir gefundene Siedetemperatur des Methans ist später von Moissan<sup>1)</sup> vollkommen bestätigt worden. Auch für die Erstarrungstemperatur des Methans fand dieser Forscher eine der meinigen sehr angenäherte Zahl ( $-184^{\circ}$ ). Die von Wróblewski gefundenen Konstanten des Methans (14) zeigen im Vergleich mit den meinigen größere Unterschiede. Für die Erstarrungstemperatur des ganz reinen Stickstoffs haben Fischer und Alt<sup>2)</sup> wie auch Estreicher (52) rund  $-210.5^{\circ}$  gefunden; der Unterschied im Verhältnis zu der von mir gefundenen Zahl ist hauptsächlich dem Argongehalt des von mir verwendeten atmosphärischen Stickstoffs zuzuschreiben.

Meine Bestimmung der kritischen Konstanten des Stickoxyds im Jahre 1885 (17) war mit Schwierigkeiten verbunden, weil die Siedetemperatur des als Kältemittel verwendeten Äthylens durch Beimischung von Äther bis  $-93.5^{\circ}$  erhöht werden mußte. Die im Jahre 1899 von Ladenburg und Krügel<sup>3)</sup> ausgeführten Messungen ergaben eine weit höhere Siede- und Erstarrungstemperatur dieses Gases ( $-142.4^{\circ}$ , bzw.  $-150^{\circ}$ ). Ich wiederholte daher neuerdings diese Messungen mit einem nach verschiedenen Methoden erhaltenen und durch Destillation gereinigten Stickoxyd und fand als Mittelwerte aus mehreren Bestimmungen: für die kritische Tem-

<sup>1)</sup> Moissan, C. R. 140. 407. 1905.

<sup>2)</sup> Fischer und Alt, Sitz.-Ber. Münch. Akad. 32. 113. (1902).

<sup>3)</sup> Ladenburg und Krügel, Ber. chem. Ges. 1899, S. 1818.

peratur des Stickoxyds —  $96^{\circ}$  und für seinen kritischen Druck 64 Atm. Diese kritischen Konstanten sind daher als die verbesserten zu betrachten. Was die Siede- und die Erstarrungstemperatur dieses Gases anbelangt, habe ich auch bei diesen neuen Messungen meine Bestimmungen von Jahre 1885 bestätigt gefunden. Das flüssige Stickoxyd war in dünnen Schichten farblos, in dickeren bläulich oder grünlich, wie ich es auch 1885 beobachtet habe (17); diese Farbe scheint jedoch von einer Verunreinigung mit  $N_2O_3$  her zu rühren. Im hiesigen chem. Institute ist Herr K. Adwentowski seit längerer Zeit mit einer Arbeit über das Verhalten des Stickoxyds bei niedrigen Temperaturen beschäftigt und wird hoffentlich bald in der Lage sein, die erhaltenen Resultate zu veröffentlichen.

### Chronologisches Literaturverzeichnis,

betreffend die in Krakau ausgeführten Arbeiten über die Verflüssigung der Gase (1883—1906).

- 1) S. Wróblewski et K. Olszewski. Sur la liquéfaction de l'oxygène et de l'azote et sur la solidification du sulfure de carbone et de l'alcool. C. R. Séance du 16 Avril 1883. **96**. 1140—1142.
- 2) — — Sur la liquéfaction de l'azote. C. R. Séance du 23 Avril 1883. **96**. 1225—1226.
- 3) S. v. Wróblewski und K. Olszewski. Über die Verflüssigung des Sauerstoffs, Stickstoffs und Kohlenoxyds. Ann. Phys. Chem. **20**. 243—257. 1883.  
Dasselbe französisch: Annales de Chim. et de Phys. Ser. 6. **1**. 112—128. 1884.
- 4) S. Wróblewski. Sur la densité de l'oxygène liquide. C. R. **97**. 166. 1883.
- 5) — Sur la température critique et la pression critique de l'oxygène. C. R. **97**. 309. 1883.
- 6) — Sur la température qu'on obtient à l'aide de l'oxygène bouillant et sur la solidification de l'azote. C. R. **97**. 1553. 1883.
- 7) — Sur la liquéfaction de l'hydrogène. C. R. Séance du 11 Février 1884. **98**. 304—306.
- 8) K. Olszewski. Essais de liquéfaction de l'hydrogène. C. R. Séance du 11 Février 1884. **98**. 365—368.

- 9) — Bestimmung der Dichte und des Ausdehnungskoeffizienten des flüssigen Sauerstoffes. Anzeiger d. Akad. d. Wissensch. in Wien, Jahrg. 1884. 72.
- 10) — Bestimmung der Erstarrungstemperatur einiger Gase und Flüssigkeiten. Ibidem, Jahrg. 1884. 74.  
Dasselbe: Monatshefte der Chemie, **5**. 127. 1884.
- 11) — Nouveaux essais de liquéfaction de l'hydrogène. Solidification et pression critique de l'azote. C. R. Séance du 7 Avril 1884. **98**. 913—915.
- 12) S. Wróblewski. Sur la température d'ébullition de l'oxygène, de l'air, de l'azote et de l'oxyde de carbone sous la pression atmosphérique. C. R. Séance du 21 Avril 1884. **98**. 982—985.
- 13) K. Olszewski. Température et pression critique de l'azote. Température d'ébullition de l'azote et de l'éthylène sous des faibles pressions. C. R. Séance du 15 Juillet 1884. **99**. 133—136.
- 14) S. Wróblewski. Sur les propriétés du gaz des marais liquide et sur son emploi comme réfrigérant. C. R. Séance du 21 Juillet 1884. **99**. 136—137.
- 15) K. Olszewski. Température et pression critique de l'air. Relation entre la température de l'air et la pression de l'évaporation. C. R. Séance du 28 Juillet 1884. **99**. 184—186.  
— Relations entre les températures et les pressions du protoxyde de carbone liquide. C. R. Séance du 27 Octobre 1884. **99**. 706—707.
- 16) — Température de solidification de l'azote et du protoxyde de carbone; relation entre la température et la pression de l'oxygène liquide. C. R. Séance du 9 Février 1885. **100**. 350—353.
- 17) — Liquéfaction et solidification du formène et du deutoxyde d'azote. C. R. **100**. 940—943. 1885.
- 18) — Sur la production des plus basses températures. C. R. **101**. 238. 1885.
- 19) S. v. Wróblewski. Über den Gebrauch des siedenden Sauerstoffs, Stickstoffs, Kohlenoxyds, sowie der atmosphärischen Luft als Kältemittel. Sitzungsber. d. kais. Akad. in Wien. **91**. 667. 1885.
- 20) K. Olszewski. Über den Gebrauch des siedenden Sauerstoffs, Stickstoffs, Kohlenoxyds sowie der atm. Luft als Kältemittel.



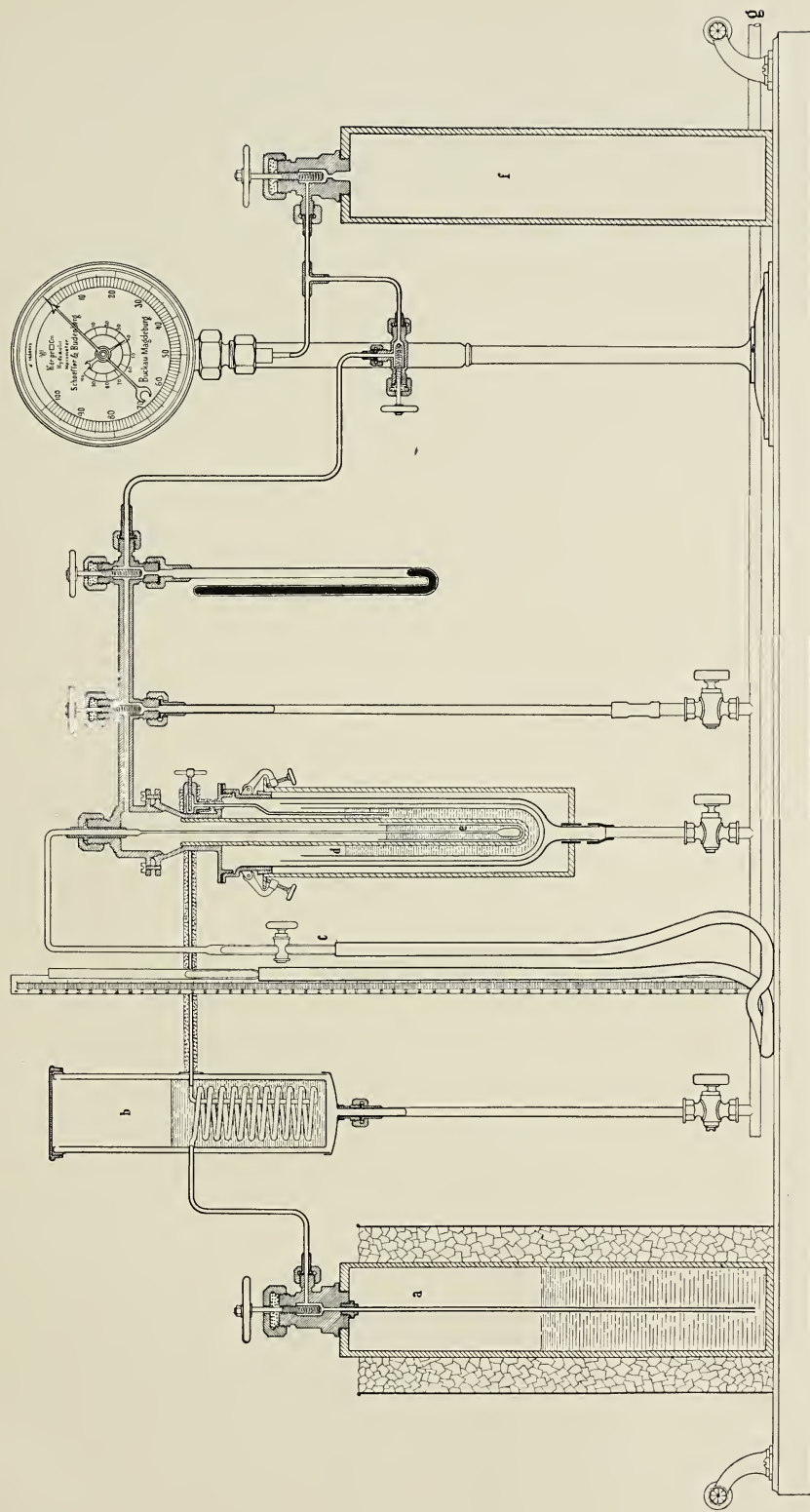
- Wahrung der Priorität. Anz. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien Nr. XIV. Sitzung vom 11. Juni 1885. 129. Monatshefte f. Chemie. **6**. 493. 1885.
- 21) — Verflüssigung und Erstarrung des Antimonwasserstoffs. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. II. Abteil. **94**. Juli 1886. 209—212.
  - 22) — Bestimmung des Siedepunktes des Ozons und der Erstarrungstemperatur des Äthylens. Sitzungsber. der Akad. d. Wiss. in Wien. II. Abteil. **95**. 253—256. 1887.
  - 23) — Über das Absorptionsspektrum des flüssigen Sauerstoffs und der verflüssigten Luft. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. II. Abteil. **95**. 257—261. 1887.
  - 24) — Über die Dichte des flüssigen Methans sowie des verflüssigten Sauerstoffs und Stickstoffs. Ann. d. Phys. und Chem. **31**. 58—74, 1887.
  - 25) S. v. Wróblewski. Die Zusammendrückbarkeit des Wasserstoffs. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. in Wien. **97**. Abteil. II a. 1321. 1888.
  - 26) K. Olszewski. Sur l'éthane et le propane liquides. Bull. Intern. Acad. Crac. 1889. Heft 1. 27.
  - 27) — Appareil pour liquéfier et solidifier les gaz appelés permanents et pour étudier leur spectre d'absorption. Bull. Intern. Acad. Crac. 1889. Heft 1. 28.
  - 28) K. Krzyżanowski. Sur la liquéfaction et la solidification de l'hydrogène dans les expériences de M. Pictet. Bull. Intern. Acad. Crac. 1889. Heft 1. 28. Auszug aus einer in polnischer Sprache verfaßten Abhandlung (Rozprawy Wydziału matem. przyr. Akad. Umiej. w Krakowie, **20**. 1—11, 1899).
  - 29) K. Olszewski. Sur les propriétés physiques de l'acide sélénhydrique soumis à une basse température et à la pression. Bull. Intern. Acad. Crac. 1890. 57.
  - 30) — Transvasement de l'oxygène liquide. Bull. Intern. Ac. Crac. 1890, 176.
  - 31) — Über das Absorptionsspektrum und über die Farbe des flüssigen Sauerstoffes. Bull. Intern. Acad. Crac. 1891, 44.
  - 32) A. Witkowski. Sur la dilatation et la compressibilité de l'air atmosphérique. Bull. Intern. Acad. Crac. 1891, 181.
  - 33) — Thermomètre électrique pour les basses températures. Bull. Intern. Acad. Crac. 1891, 188.

- 34) K. Olszewski. Über den kritischen Druck des Wasserstoffes.  
Bull. Intern. Acad. Crac. 1891, 192.
- 35) K. Olszewski et A. Witkowski. Propriétés optiques de  
l'oxygène liquide. Bull. Intern. Acad. Crac. 1892, 340.
- 36) — — Sur la dispersion de la lumière dans l'oxygène liquide.  
Bull. Intern. Acad. Crac. 1894, 245.
- 37) K. Olszewski. Liquefaction and solidification of Argon. Phil.  
Trans. Roy. Soc. London. Vol. 186. 253. 1895.  
Dasselbe deutsch: Z. phys. Chem. 16. 380. 1895.
- 38) L. Natanson. Sur la température critique de l'hydrogène.  
Bull. Intern. Acad. Crac. 1895, 93.  
Dasselbe in: Journal de Physique 4. 219. 1895 und Phil.  
Mag. 40. 272. 1895.
- 39) — Sur la détente adiabatique au voisinage du point critique.  
Bull. Intern. Acad. Crac. 1895, 130.  
Dasselbe in: Journal de Physique 4. 305. 1895 und Phil.  
Mag. 40. 276. 1895.
- 40) K. Olszewski. Liquefaction of gases. Phil. Mag. 39. 188—  
212, 1895. Die Abhandlung enthält eine kurze Übersicht  
der Arbeiten des Verfassers über die Verflüssigung der  
Gase bis zum Jahre 1894.
- 41) — Bestimmung der kritischen und der Siedetemperatur des  
Wasserstoffes. Bull. Intern. Acad. Crac. 1895, 192.  
Dasselbe englisch: Phil. Mag. 40. 202, 1895.
- 42) T. Estreicher. Über die Sättigungsdrucke des Sauerstoffes.  
Bull. Intern. Acad. Crac. 1895, 204.  
Dasselbe englisch: Phil. Mag. 40. 454, 1895.
- 43) A. Witkowski. Propriétés thermodynamiques de l'air atmo-  
sphérique. Bull. Intern. Acad. Crac. 1895. 290.  
Dasselbe englisch: Phil. Mag. 41. u. 42.
- 44) K. Olszewski. Ein Versuch, das Helium zu verflüssigen.  
Bull. Acad. Crac. 1896, 297.  
Dasselbe in Ann. d. Phys. 59. 184.
- 45) T. Estreicher. Verhalten der Halogenwasserstoffe in tiefen  
Temperaturen. Bull. Intern. Acad. Crac. 1896, 325.  
Dasselbe in Zeitschr. phys. Chem. 20. 605. 1896.
- 46) — Das kryogenische Laboratorium in Krakau. Zeitschr. für  
kompr. und flüssige Gase, Jahrg. 1, 128, 1897.

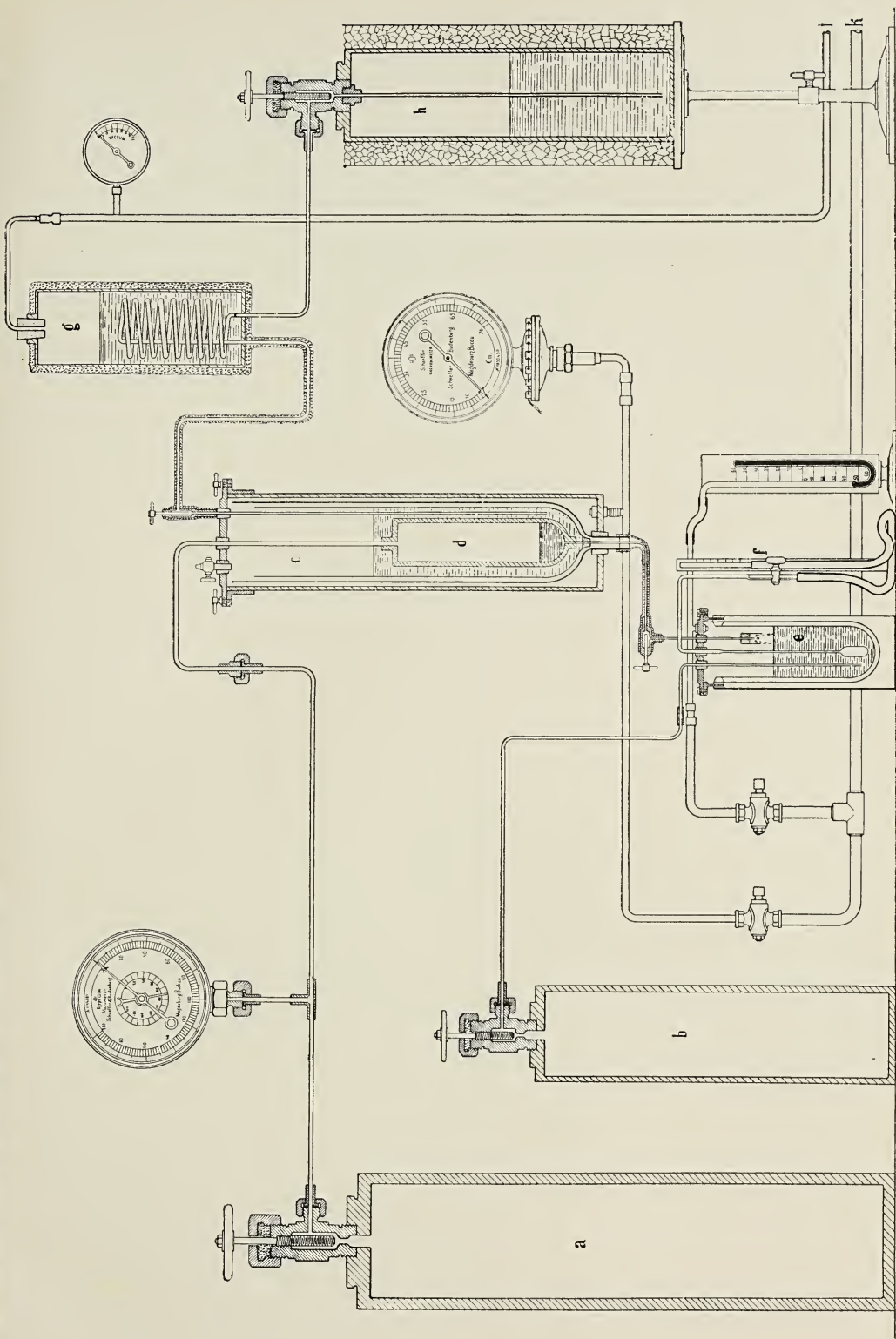
- 47) A. Witkowski. Sur le refroidissement de l'air par détente irréversible. Bull. Intern. Acad. Crac. 1898, 282.
- 48) K. Olszewski. Reindarstellung des Antimonwasserstoffs. Ber. d. deutschen chem. Ges. 34.
- 49) — Bestimmung der Inversionstemperatur der Kelvinschen Erscheinung für Wasserstoff. Bull. Intern. Ac. Crac. 1901, 453.  
Dasselbe: Ann. d. Phys. **7**. 818. 1902.  
Dasselbe englisch: Phil. Mag. **3**. 535.
- 50) — Apparate zur Verflüssigung von Luft und Wasserstoff. Bull. Intern. Acad. Crac. 1902, 619.  
Dasselbe: Ann. d. Phys. **10**. 768. 1903.  
Dasselbe französisch: Ann. de Chim. et de Phys. **29**. 7. Serie, 1902.
- 51) — Ein neuer Apparat zur Verflüssigung des Wasserstoffs. Bull. Intern. Acad. Crac. 1903. 241.  
Dasselbe: Ann. d. Phys. **12**. 196. 1903.  
Dasselbe französisch: Ann. de Chim. et de Phys. **29**. 7. Serie, 1903.
- 52) T. Estreicher. Über die Schmelzpunkte von Sauerstoff und Stickstoff. Bull. Intern. Acad. Crac. 1903, 831.
- 53) — Über die Verdampfungswärme von Sauerstoff und Schwefeldioxyd. Bull. Intern. Acad. Crac. 1904, 183.  
Dasselbe: Zeitschr. f. phys. Chemie **49**. 597.
- 54) A. Witkowski. Sur la dilatation de l'hydrogène. Bull. Intern. Acad. Crac. 1905, 305.
- 55) K. Olszewski. Ein Beitrag zur Bestimmung des kritischen Punktes des Wasserstoffs. Bull. Intern. Ac. Crac. 1905, 400.  
Dasselbe: Ann. d. Phys. **17**. 986. 1905.
- 56) — Weitere Versuche, das Helium zu verflüssigen. Bull. Intern. Acad. Crac. 1905, 408.  
Dasselbe Ann. d. Phys. **17**. 994. 1905.
- 57) — Zur Geschichte der Verflüssigung der Gase. Zeitschr. für kompr. u. flüssige Gase. Jahrg. IX, 95. (1. Teil.) Jahrg. IX, 159. (Schluß).
- 58) — Inversionstemperatur der Joule-Kelvinschen Erscheinung für Luft und Stickstoff. Bull. Intern. Acad. Crac. 1906, 792.  
Dasselbe englisch: Phil. Mag. for June 1907, 722.

Die meisten von den im obigen Verzeichnis angeführten Arbei-



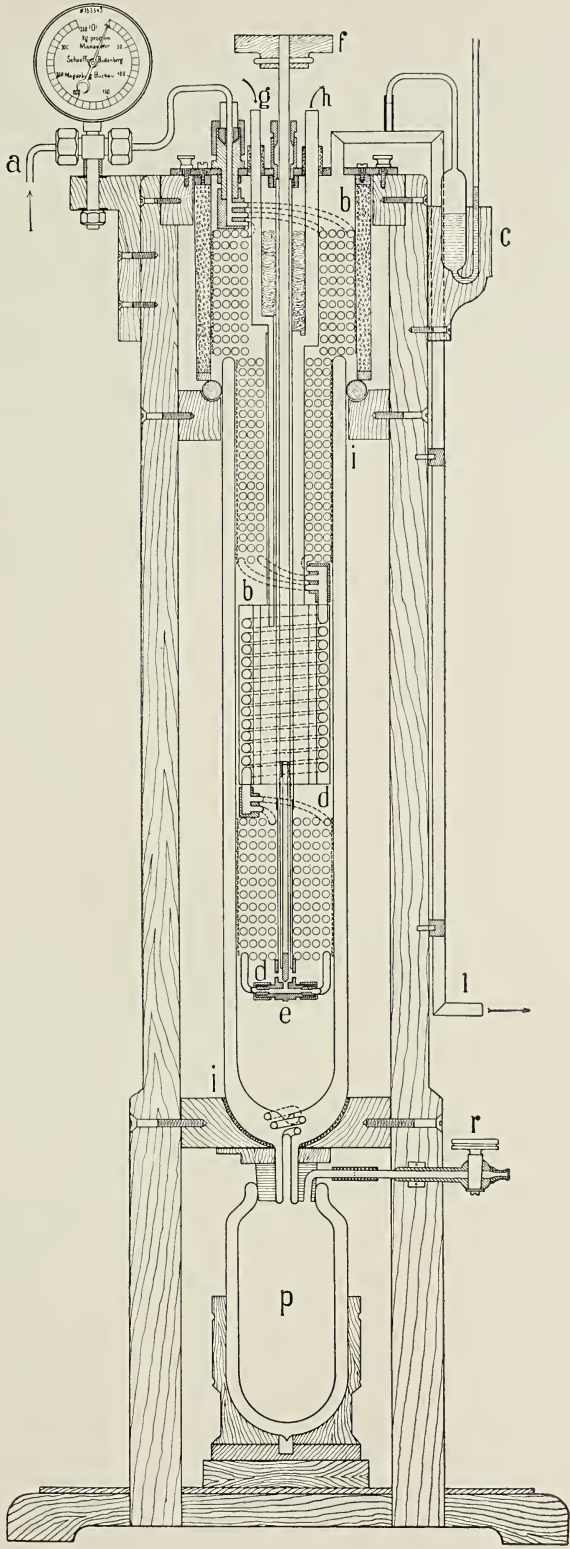
















ten sind ebenfalls in polnischer Sprache in den Abhandlungen der Krakauer Akademie der Wissenschaften erschienen.

### Erklärung der Tafeln.

Taf. XIX. (Fig. 1).

- a) Eiserne Flasche des Nattererschen Apparates, mit flüssigem Äthylen gefüllt, umgeben mit einer aus Eis und Kochsalz bestehenden Kältemischung.
- b) Kühlgefäß, gefüllt mit der Thilorierschen Kältemischung.
- c) Wasserstoffthermometer.
- d) Glasgefäß, bestimmt zur Aufnahme des flüssigen Äthylens.
- e) Starkwandige Glasröhre zur Verflüssigung der permanenten Gase.
- f) Eiserne Natterersche Flasche, gefüllt mit Sauerstoff oder mit einem anderen permanenten Gase unter einem Druck von zirka 60 Atm.
- g) Metallröhre zur Verbindung des Apparates mit der Luftpumpe. Nähere Beschreibung des Apparates befindet sich in Wiedemanns Ann. d. Phys. und Chem., **31**, 58—74. 1887.

Taf. XX. (Fig. 2).

- a) Stahlflasche von 10 Liter Fassungsraum zur Aufnahme des unter 100 Atm. komprimierten Sauerstoffs.
- b) Kleinere Stahlflasche mit komprimiertem Wasserstoff, welcher beim Messen sehr niedriger Temperaturen durch den flüssigen Sauerstoff durchgeleitet wurde.
- c) Glasgefäß zur Aufnahme des flüssigen Äthylens.
- d) Stahlzylinder zur Verflüssigung des Sauerstoffs.
- e) Glasgefäß zur Aufnahme des flüssigen Sauerstoffs unter atmosphärischem Drucke.
- f) Wasserstoffthermometer.
- g) Kühlgefäß zur Aufnahme der Thilorierschen Kältemischung.
- h) Stahlflasche von 3 Liter Inhalt mit flüssigem Äthylen.
- i) und k) Metallröhren zur Verbindung des Apparates mit den Vakuumpumpen.

## Taf. XXI. (Fig. 3).

- a) Kupferröhre zur Verbindung des Apparates mit dem Kompressor und mit dem Hochdruckreiniger.
- bb) Kälteregenerator.
- bd) Kühlgefäß zur Aufnahme der flüssigen Luft (bei der Verflüssigung des Wasserstoffs).
- dd) Verflüssiger.
- e) Expansionsventil.
- f) Expansionsventilstange.
- g) Röhre zum Eingießen flüssiger Luft in das Kühlgefäß *bd* (bei der Verflüssigung des Wasserstoffs).
- h) Röhre zum Entweichen der verdampfenden Luft aus dem Kühlgefäß *bd*.
- ii) teilweise versilbertes Vakuumgefäß.
- l) Messingröhre zum Entweichen der Luft, bzw. des Wasserstoffs, während der Expansion.
- c) Glyzerinmanometer zur Regulierung der Expansion.
- p) Versilbertes Vakuumgefäß zur Aufnahme des flüssigen Wasserstoffs.
- r) Hahn zum Ablassen des flüssigen Wasserstoffs von *e* in das Vakuumgefäß *p*.

28. *Kataliza w układzie niejednolitym. Rozkład chlorku chromawego przy blaszce platynowej. — Zur Kenntnis der Katalyse in heterogenen Systemen. Zersetzung des Chromchlorürs am Platinblech.* Mémoire de M. **CASIMIR JABŁCZYŃSKI**, présenté par M. K. Olszewski m. t. (Résumé).

Auf Grund der von A. A. Noyes und W. R. Whitney aufgestellten und von W. Nernst vollständig entwickelten Diffusionstheorie der Reaktionen in heterogenen Systemen habe ich die Zersetzung des Chromchlorürs am platinieren Platinblech untersucht. Es zeigte sich, daß der kinetische Verlauf des Prozesses in saurer Lösung bei allen Temperaturen zwischen 25° und 55° C. sich ganz gut durch die logarithmische Gleichung, die sog. Gleichung erster Ordnung:

$$0.4343 k = \frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{W - w_1}{W - w_2}$$

darstellen läßt. In dieser Gleichung bedeuten  $w_1$  und  $w_2$  die Volumina des entwickelten Wasserstoffs im Zeit Augenblick  $t_1$ , resp.  $t_2$ ;  $W$  ist die Gesamtmenge des entwickelten Wasserstoffs. Die katalysierende Aktivität des blanken Platinblechs war ungefähr dreimal schwächer als die des plattinierten, während bei der  $H_2O_2$ -Katalyse das erste Blech hundertmal schwächer als das andere wirkt; dies weist darauf hin, daß nicht nur die Vergrößerung, sondern auch die Beschaffenheit der Oberfläche von Bedeutung ist.

Nun wurde der Einfluß der Rührgeschwindigkeit untersucht und die für die Diffusionsvorgänge charakteristische Abhängigkeit der Konstanten  $0,4343 k$  von der Rührgeschwindigkeit gefunden. Den Rührerexponenten berechnete man zu  $0,85$ ; ein so hoher Wert erklärt sich durch die geringe Entfernung des Bleches vom Rührer (etwa 5 mm in der Mitte) und durch das geringe Volumen der Reaktionsflüssigkeit ( $250 \text{ cm}^3$ ).

Der Temperaturkoeffizient, d. h. der prozentische Zuwachs von  $0,4343 k$  pro  $1^\circ \text{ C}$ , wurde nach einer Reihe von Versuchen zwischen  $25^\circ$  und  $55^\circ \text{ C}$  zu  $2,75\%$  pro  $1^\circ$  bestimmt. Derselbe Koeffizient für reine Diffusionsvorgänge beträgt  $2,6-2,7\%$ . Damit wurde bewiesen, daß der  $\text{CrCl}_2$ -Zersetzungs Vorgang am Platinblech nur von der Diffusion abhängig ist und daß die eigentliche chemische Reaktion praktisch unendlich schnell vor sich geht.

Weiter wurde der kinetische Reaktionsverlauf unter Zusatz von Nichtelektrolyten studiert. Als solche dienten Alkohol und Zucker. Ebenso wie bei eigentlichen Diffusionen, z. B. des Natriumchlorids oder Natriumnitrats, die Diffusionskonstante durch Zusatz der oben erwähnten Stoffe sinkt, so sinkt auch die Konstante  $0,4343 k$  durch denselben Zusatz bei der  $\text{CrCl}_2$ -Katalyse. In beiden Fällen verläuft die Erniedrigung langsamer als die Steigerung der Konzentration von Nichtelektrolyten. Deshalb ist die Proportionalität zwischen den Geschwindigkeitskonstanten  $k$  und den Diffusionskonstanten  $D$  für die Fälle eines Alkohol- und Zuckerzusatzes angenommen worden, also:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

und diese Proportionalität ist in die empirische, von Arrhenius aufgestellte Gleichung eingeführt worden

$$D = D_0 \left(1 - \frac{a}{2} m\right)^2,$$



wo  $m$  die Molarität des Nichtleiters und  $\alpha$  eine für jeden Nichtleiter spezifische Konstante bedeuten. Es ergab sich für Alkohol  $\alpha = 0.123$  und  $0.122$ , während von Arrhenius (bei reiner Diffusion von  $KJ$ )  $\alpha = 0.121$  gefunden war. Eine so gute Übereinstimmung beweist abermals, daß die  $CrCl_2$ -Zersetzung am Platinblech als ein Diffusionsvorgang aufgefaßt werden muß. Neben der Berechnung des Röhreinflusses und des Temperaturkoeffizienten bildet die eben angedeutete Berechnung eine weitere Methode, die es gestattet, die Vorgänge in heterogenen Systemen näher zu studieren. Es muß noch hinzugefügt werden, daß die Proportionalität zwischen  $k$  und  $D$  von Nernst als notwendig erachtet, jedoch bis jetzt nicht erwiesen wurde. Durch die gefundene Übereinstimmung der  $\alpha$ -Werte ist zum ersten Male ein experimenteller Beweis dieser Proportionalität erbracht worden.

Die von Drucker beobachtete umgekehrte Proportionalität zwischen der Reaktionskonstanten und dem Flüssigkeitsvolumen habe ich bestätigen und dabei eine gewisse Abhängigkeit dieser Konstanten von der Form des Gefäßes konstatieren können.

Ich versuchte die Dicke  $\delta$  der ruhenden, an der festen Phase haftenden Schichte zu berechnen, und fand diese gleich  $0.051$  mm (bei 330 Touren des Rührers pro Minute).

In dem zweiten Teile dieser Arbeit habe ich mich mit dem Einflusse der Veränderung der  $HCl$ - und  $CrCl_2$ -Konzentration sowie mit dem Einflusse des  $KCl$ -,  $CaCl_2$ - und  $CrCl_3$ -Zusatzes beschäftigt. Es wurde eine Abhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten vom Salzsäuregehalt beobachtet, wobei ein Parallelgehen dieser beiden Größen hervortrat. Zusatz von Chloriden wie  $KCl$  und  $CaCl_2$  erhöht die Konstante ebenfalls. Die Wirkung von  $KCl$  zeigt sich fast gleich der von  $HCl$ ;  $CaCl_2$  wirkt schwächer. Ohne Säure und nur bei Gegenwart von  $KCl$  geht die Reaktion nicht vor sich. Zusatz von dreiwertigem Chromisalz erniedrigt die Geschwindigkeitskonstante. Die Vergrößerung der anfänglichen  $CrCl_2$ -Konzentration verursacht nur ein geringes Abfallen der Konstanten.

Nach den im ersten Teile der Abhandlung gefundenen Resultaten soll die Geschwindigkeit der chemischen Reaktion ohne Einfluß auf die Gesamtgeschwindigkeit bleiben; darum soll auch die in weiteren Grenzen vorgenommene Veränderung der  $HCl$ -Konzentration nicht im mindesten die Konstante  $k$  beeinträchtigen; dasselbe gilt auch für  $KCl$ -,  $CaCl_2$ - und  $CrCl_3$ -Zusatz. Der Versuch

ergab indessen ein ganz entgegengesetztes Resultat, wie oben zu ersehen ist. Eine Erklärung dafür ist in der Annahme zu suchen, daß  $CrCl_3$  mit  $CrCl_2$  eine doppelte Verbindung eingeht, die langsamer diffundiert als jeder von beiden Bestandteilen. Zusatz von  $CrCl_3$  oder Erhöhung der  $CrCl_2$ -Konzentration vergrößert die Menge dieses Doppelsalzes; Zusatz von  $HCl$ ,  $KCl$ ,  $CaCl_2$  zersetzt es, indem dabei  $CrCl_2$  frei wird.

Im dritten Teile der Abhandlung wurde die Wirkung der Gifte  $HCN$ ,  $H_2S$ ,  $CO$ ,  $J$  und  $HgCl_2$  studiert. Von diesen waren ohne Wirkung: Jod und Sublimat; am kräftigsten wirkte Schwefelwasserstoff; schon in einer  $\frac{1}{5000}$  Normal-Lösung setzte er die Wirksamkeit des Platinbleches auf die Hälfte herab. Cyanwasserstoff bewirkte dasselbe erst in einer  $\frac{1}{250}$  n. Lösung. Im Vergleich mit der Wirkung derselben Gifte auf kolloidales Platin zeigte sich eine viel schwächere Wirkung auf platinirtes Platinblech. Die Ursache dessen liegt zum Teil in dem sauren Medium, in welchem der Vorgang der  $CrCl_2$ -Zersetzung stattfinden muß; denn die Erwärmung des vergifteten Platinbleches in konzentr. Schwefelsäure entgiftet es vollkommen; dasselbe bewirkt, obgleich in geringerem Grade, 2 und 3 normale  $HCl$ . Man muß es als sicher betrachten, daß in einem sauren Medium das Platinblech der Vergiftung besser widersteht.

Zuletzt wurde in der Abhandlung ein Erklärungsversuch der Platinwirkung aufgestellt.

29. *O międzycząstkowej przemianie dwufenyldiazofenyłu pod wpływem chlorowodoru. — Über die Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung des Chlorwasserstoffes in Benzollösung.* Mémoire de M. **MIECISŁAS DZIURZYŃSKI**, présenté par M. E. Bandrowski m. c.

Die Benzidin- und Semidinumlagerung wurde immer in wäßrigen oder alkoholischen Lösungen untersucht. Noeltling und A. Mayer studierten diesen Prozeß an Hydrazobenzol in benzolischen Lösungen<sup>1)</sup> und fanden — wie ich es auch bestätigen konnte — neben Benzidin, Azobenzol und Anilin auch ortho-Amindiphenylamin,

<sup>1)</sup> Cöth. Chem. Zeit., 18. 1095.

welches in wäßrigen Lösungen nie gebildet wird. Diese Umlagerung wurde in benzolischer Lösung mittels trockenen Chlorwasserstoffs vorgenommen und da derselbe in dieser Lösung nach Kahlenberg<sup>1)</sup> in undissoziiertem Zustande sich befindet, läßt sich damit der Unterschied des Reaktionsvorganges und somit der Einfluß des Lösungsmittels auf denselben erkennen.

Denselben Prozeß habe ich nun an einem viel komplizierteren Beispiele, an Diphenylhydrazophenyl studiert und folgendes gefunden.

Diphenylhydrazophenyl<sup>2)</sup> wird in kaltem, trockenem Benzol gelöst und die Lösung mit gasförmigem HCl gesättigt. Es fällt ein flockiger, orange-gelber Niederschlag, der an der Luft sich blauviolett färbt.

I. Das Filtrat ist rot und hinterläßt nach dem Abdestillieren und Abdampfen einen braunen Rückstand, welcher nach dem Umkristallisieren als Diphenylazophenyl<sup>3)</sup> (Schmpkt 155°) erkannt wurde.

0.1414 gr	gaben	0.4336 gr	CO <sub>2</sub> und	0.071 gr	H <sub>2</sub> O
0.1352	"	"	0.4143	"	"
0.1416	"	"	13.20 cm <sup>3</sup> N	bei b=753 mm	und t=15°

			<u>C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub></u>
C	83.63%	83.57%	83.68%
H	5.57 "	5.55 "	5.46 "
N	10.81 "		10.84 "

II. Der violett-blaue Niederschlag ist ein Gemenge von zwei Chloriden.

Den gepulverten Niederschlag löst man in kleiner Menge verdünnten Alkohols, setzt Ammoniak im Überschuß zu, erhitzt im Wasserbade und verdünnt mit so viel Wasser, daß die freie Base gleich nach dem Filtrieren auszufallen beginnt.

A. Der Niederschlag wird nach dem Erkalten abfiltriert und mehrmals umkristallisiert. Es scheiden sich ziemlich große, silberglänzende Schuppen vom Schmpkt 141° aus. Sie lösen sich sehr leicht in Benzol, leicht in Alkohol, schwer in Ligroin.

0.1559 gr	gaben	0.4737 gr	CO <sub>2</sub> und	0.0857 gr	H <sub>2</sub> O
0.1562	"	"	14.3 cm <sup>3</sup> N	bei b=734 mm	und t=20°

<sup>1)</sup> Journal of phys. Chemistry, 6, 5.

<sup>2)</sup> Ber. 21, 911. Bulletin der Akad. d. Wissensch. in Krakau, 1906.

<sup>3)</sup> Ber. 9, 132; 21, 911. Bull. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau, 1906.



0.179 gr Base, in 8.8374 gr Benzol gelöst, haben eine Siedepunktserhöhung von  $0.205^{\circ}$  hervorgerufen:

$$M = 256.8,$$

woraus die Formel  $C_{18}H_{16}N_2$  berechnet wird.

		$C_{18}H_{16}N_2$ verlangt
C	82.86%	83.07%
H	6.10 "	6.15 "
N	10.77 "	10.76 "

$$M = 260.1$$

1) Das Azetylprodukt, auf gewöhnliche Weise erhalten, bildet weiße Nadeln vom Schmpkt  $165^{\circ}$ .

0.1548 gr gaben 0.4510 gr  $CO_2$  und 0.086 gr  $H_2O$   
 0.1639 " " 0.4774 " " " 0.0905 " "  
 0.1644 " "  $13.5 \text{ cm}^3 \text{ N}$  bei  $b = 746 \text{ mm}$  und  $t = 19^{\circ}$

	gefunden	berechnet für $C_{18}H_{15}N_2 \cdot C_2H_3O$
C	79.45%	79.43%      79.44 %
H	6.17 "	6.13 "      6.005 "
N	9.25 "	9.26 "

2) Chlorid  $C_{18}H_{16}N_2 \cdot HCl$ . Aus salzsaurer, alkoholischer Lösung der Base scheiden sich bläulich-weiße Nadeln des Chlorids aus, das in Alkohol, Benzol und Ligroin löslich, in Wasser unlöslich ist.

0.1978 gr Chlorids gaben 0.0938 gr $AgCl$	
gefunden	berechnet für $C_{18}H_{16}N_2 \cdot HCl$
$HCl$ 12.05%	12.29%

3) Das Sulfat  $(C_{18}H_{16}N_2)_2H_2SO_4$  erhält man in ganz ähnlicher Weise. Es löst sich in Alkohol, in Wasser nicht.

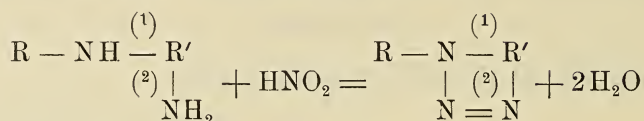
0.4244 gr gaben 0.1610 gr $BaSO_4$	
gefunden	berechnet für $(C_{18}H_{16}N_2)_2H_2SO_4$
$H_2SO_4$ 15.92%	15.85%

Die Resultate unter 1), 2), 3) beweisen, daß die Base nur eine Amingruppe enthält, also eine Semidinbase ist.

Weitere Eigenschaften beweisen den Orthocharakter der Base:

1) Die Base konnte mit salpetriger Säure nicht diazotiert wer-

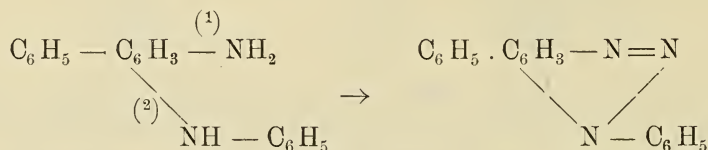
den; sie gab auch keine Nitrosoverbindung; es entsteht dagegen ein Azimid  $C_{18}H_{13}N_3$ , gemäß der Gleichung:



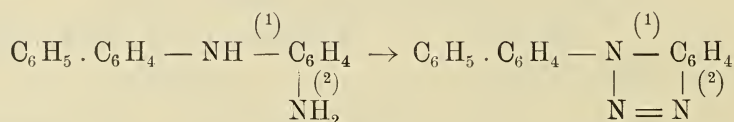
3 gr Subst. werden in Alkohol gelöst und mit Natriumnitrit und Essigsäure versetzt. Aus der getrübbten, schmutzigrot gefärbten Lösung scheidet sich ein harziger Körper aus, der nach längerer Zeit zu einer kristallinen Masse erstarrt. Nach Umkristallisieren aus Ligroin erhält man eine reine, in Alkohol, Ligroin, Benzol und Essigsäure lösliche Substanz. Schmpkt  $82.5^\circ$ .

0.1202 gr gaben $16.7 \text{ cm}^3 \text{ N}$ bei $b = 747.5 \text{ mm}$ $t = 20.5^\circ$	
gefunden	berechnet für $C_{18}H_{13}N_3$
N $15.57\%$	$15.49\%$

Der Semidinbase entsprechend, erscheinen für Azimid zwei Strukturformeln möglich:



beziehungsweise



2) Die Base reagiert mit Benzil. In der üblichen Weise<sup>1)</sup> ausgeführt, lieferte die Kondensation ein gelbes Produkt, welches aus salzsaurem Wasser als Chlorid umkristallisiert wurde. Das gereinigte Produkt zeigte alle charakteristischen Merkmale einer Stilbazoniumverbindung: es zeigte in alkoholischer Lösung eine Fluoreszenz, die durch Säurezusatz aufgehoben wurde. In konz. Schwefelsäure löst es sich und färbt sie rot.

<sup>1)</sup> Annal. 287. 134.





Welche Formel die richtige ist, ist unbekannt. Es ist aber in jedem Falle nachgewiesen worden <sup>1)</sup>, daß, wenn einfach p-substituierte Hydrazoverbindungen sich in ortho-Semidine umlagern, diese durch Austritt von Wasserstoff aus dem substituierten Kerne hervorgehen. Diese Tatsache scheint für die Formel I. zu sprechen. Das Diphenyl wird also als Benzolkern mit durch Phenylgruppe substituiertem p-Wasserstoffatom betrachtet. Dementsprechend werden alle früher erwähnten Derivate die Formel I erhalten.

B) Das Filtrat von ortho-Amindiphenylphenylamin wurde zum Trocknen abgedampft. Man erhielt einen ölartigen, kirschrot-schwarzen Rückstand. Der Reinigung wegen wurde es mit Wasser übergossen und mit metall. Zink und verdünn. Schwefelsäure erhitzt. Es entstand eine fast farblose Lösung des Sulfats, welches sich nach dem Erkalten als eine weiße, voluminöse Masse ausscheidet, aus welcher mit Ammoniak die freie Base erhalten wurde. Es ist ein dunkles Öl, welches aber nach Monaten zu erstarren beginnt.

Die Analyse der Base gab keine brauchbaren Zahlen. Es wurden somit einige Derivate untersucht.

1) Azetylderivat:  $C_{18}H_{14}N_2(C_2H_3O)_2$ . Die Base gibt, mit Essigsäureanhydrid behandelt, ein Diazetylderivat in Form von kleinen harten Kriställchen vom Schmpkt  $223^\circ$ .

0.134 gr. gaben 0.3777 gr.  $CO_2$  und 0.072 gr.  $H_2O$   
 0.1430 „ „ 10.0  $cm^3$  N bei  $b = 744$  mm  $t = 16.3^\circ$

0.1897 gr Sub., in 13.2775 gr Eisessig gelöst, haben den Siedepunkt um  $0.11^\circ$  erhöht. Somit:

	erhalten	die Formel $C_{18}H_{14}N_2(C_2H_3O)_2$ verlangt
C	76.86%	76.72%
H	5.97 „	5.86 „
N	7.96 „	8.13 „
M	328	344

Es wurden zwei Azetylgruppen auch direkt nachgewiesen: 0.5068 gr wurden mit Schwefelsäure erwärmt, daraus die Essigsäure mit Wasserdampf abgetrieben und maßanalytisch mit 24.60%  $C_2H_3O$  statt 24.99% bestimmt.

<sup>1)</sup> Annal. 303. 294.

2) Aus der wäßrigen salzsauren Lösung der Base wird mit konz. Salzsäure das hellblaue Chlorid ausgeschieden.

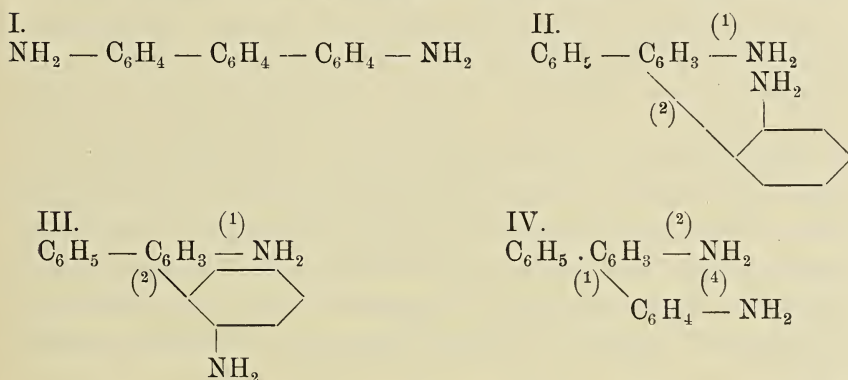
	0.1863 gr gaben 0.157 gr AgCl
gefunden	berechnet für $C_{18}H_{16}N_2 \cdot 2HCl$
HCl 21.42%	21.89%

3) Mit Schwefelsäure entsteht ein weißer, in Wasser leicht löslicher Niederschlag. Er kristallisiert aus Alkohol in weißen Nadeln.

	0.2372 gr Sub. gaben 0.1528 gr $BaSO_4$
gefunden	berechnet für $(C_{18}H_{16}N_2)_2 \cdot 2H_2SO_4$
$H_2SO_4$ 27.04%	27.36%

Aus diesen Ergebnissen geht also hervor, daß die untersuchte Substanz eine mit Diphenylhydrazophenyl isomere und zwei Amingruppen enthaltende Base ist.

Für diese Base  $(C_{18}H_{14}(NH_2)_2)$  sind folgende Formeln denkbar:



Die Formel I. ist unwahrscheinlich; denn der Übertritt des para-Wasserstoffs aus der Phenylgruppe an die Seitengruppe wurde bisher nicht beobachtet. Die Löslichkeit des Sulfats in Wasser, im Gegensatz zur Unlöslichkeit aller Benzidinsulfate, widerspricht auch dieser Formel.

Mit der Formel II. stimmen die Eigenschaften der Base, welcher alle Eigenschaften der Orthodiamine fehlen, nicht.

Von den zwei übrigen Formeln sollte man der Formel IV den Vorzug geben und die Base zu den Diphenylinbasen zählen. Dafür sprechen einerseits die besondere Kristallisationsträgheit der untersuchten Base, welche Eigenschaft sehr viele Diphenylinbasen besitzen, anderseits die Tatsache, daß einfach parasubstituierte Hy-

drazoverbindungen der Semidin- und Diphenylin-Umlagerung unterliegen. Und als solche Hydrazoverbindung darf man, wie erwähnt, Diphenylhydrazophenyl betrachten.

Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, daß die angeführten Resultate den Ergebnissen der Untersuchung Noeltings über Hydrazobenzol hinsichtlich der Entstehung der ortho-Semidinbase ähnlich sind, was wahrscheinlich der besonderen Wirkung des trockenen Chlorwasserstoffs in Benzollösung zuzuschreiben ist.

30. *Utwory jurajskie koło stacyi Chęciny i ich fauna. — Les dépôts jurassiques près la station Chęciny et leur faune.* Mémoire de M. **JEAN LEWIŃSKI**, présenté par M. Lad. Szajnocha m. c. dans la séance du 6. Avril 1908.

(Planche XXII).

Les dépôts jurassiques qui occupent le versant occidental des montagnes de Święty Krzyż n'ont pas été jusqu'à présent soumis à une étude approfondie. Les données qu'on trouve dans la littérature géologique se rapportent principalement aux niveaux supérieurs du Supra-jurassique, au Kimeridgien qui est le plus développé dans cette région. De ce fait, les dépôts jurassiques du versant occidental des montagnes de Święty Krzyż, quoique peu éloignés de la chaîne jurassique qui passe de Cracovie à Wieluń dont ils ne sont séparés que par la plaine crétacique de Miechów et dont ils constituent le prolongement immédiat, semblent néanmoins en différer profondément.

Une de ces différences, le grand développement du Kimeridgien qui n'était pas connu dans la chaîne de Cracovie, a été abolie par les explorations de Michalski qui en a démontré l'existence dans la chaîne de Cracovie. Mais les autres différences persistent. Jusqu'à présent, nous ne savons rien, ou presque rien, sur les niveaux inférieurs du Jurassique du versant occidental des montagnes de Święty Krzyż, sur l'Oxfordien et sur les assises médio-jurassiques. Tout ce qui est connu, ce sont des argiles grises sans fossiles trouvées par Michalski à Drochów qu'il rapporte au Bathonien, en s'appuyant sur leur caractère lithologique et sur leur position bathrologique, un calcaire brun sans fossiles des environs de Małogoszcz auquel Zejszner attribue un âge callovien et quelques affleu-



rements de calcaires blancs, finement statifiés, qui ont fourni quelques formes de l'Argovien.

Dans un travail précédent <sup>1)</sup> j'ai démontré que dans la „chaîne de Przedborz“ se trouvent, outre les niveaux supérieurs du Supra-jurassique, des calcaires bruns, sablonneux et ferrugineux qui représentent le Callovien, et des calcaires compacts qui appartiennent aux sous-étages neuvizyen et argovien.

Mes explorations dans les localités situées au sud de la région décrite dans le mémoire cité ci-dessus m'ont prouvé que les assises calloviennes et oxfordiennes s'étendent largement sur le versant occidental des montagnes de Święty Krzyż. Bien que ces assises affleurent en des points isolés, elles ne se présentent cependant nulle part dans une coupe d'une étendue plus considérable et leur faune est ordinairement bien pauvre. J'y reviendrai dans un mémoire prochain que je compte consacrer à l'étude du Jurassique du versant occidental des montagnes de Święty Krzyż; ici, je me bornerai à décrire une coupe de l'Oxfordien et du Médio-jurassique qui est jusqu'à présent la seule coupe d'une étendue notable qui ait fourni de nombreux fossiles et que je considère comme classique pour toute cette région.

A trois kilomètres environ à l'ouest de la station Chęciny du Chemin de Fer d'Iwangród (Dęblin) à Dąbrowa commence la vallée de la Nida que le chemin de fer traverse sur une digue élevée. Sur le bord oriental de cette vallée le chemin de fer, pour éviter une pente trop raide, passe par une coupe de peu de profondeur qui commence sur le bord de la vallée et finit à quelques centaines de mètres de la station Chęciny. Cette coupe qui, dans les parties les plus profondes, ne dépasse pas cinq mètres de profondeur, traverse un léger bourrelet qui s'étend du nord-ouest vers le sud-est, recouvert d'un sol sablonneux qui ne laisse apparaître nulle trace des roches sous-jacentes. Les talus de cette coupe sont d'ordinaire recouverts d'une herbe épaisse; et ce n'étaient que les travaux entrepris il y a quelques années pour élargir la coupe afin de poser une seconde voie qui m'ont permis d'observer et d'étudier les roches anciennes qui composent ce bourrelet et qui m'ont fourni un certain nombre de fossiles. Les talus sont depuis recouverts de gazon et

<sup>1)</sup> La chaîne de Przedborz. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, Janvier 1908.

inaccessibles. Heureusement, dans la collection que m'a gracieusement confiée M. St. Kontkiewicz, ingénieur des mines, j'ai trouvé un certain nombre de fossiles provenant de la même coupe qui avaient été collectionnés pendant la construction de la voie ferrée d'Iwangród à Dąbrowa. Ils ont complété et enrichi ma propre collection. La coupe susmentionnée traverse sur une distance de plus de deux kilomètres toute une série de roches diverses appartenant au Jurassique et au Trias. Tous les strates sont concordants et présentent une inclinaison de  $20^{\circ}$  à  $25^{\circ}$  vers le nord-ouest; c'est pourquoi à partir du côté occidental de la coupe apparaissent vers l'est des couches de plus en plus âgées.

J'ai observé le profil suivant:

1) Depuis le bord de la vallée de la Nida sur une distance de 400 mètres environ, la coupe traverse un calcaire blanc, compact, légèrement marneux, finement stratifié qui contient des fossiles assez nombreux dont la plupart sont assez bien conservés. L'élément le plus caractéristique de cette faune est constitué par les brachiopodes, principalement par la *Rhynchonella selliformis* n. sp. Les céphalopodes, notamment les Oppélies, sont également nombreux. Voici la liste des fossiles trouvés dans cette couche:

*Cardioceras alternans* v. Buch, *Ochetoceras canaliculatum* v. Buch, *Ochetoceras hispidum* Oppel, *Oppelia Anar* Oppel, *Oppelia callicera* Oppel, *Oppelia Lorioli* n. sp., *Oppelia Sarasini* P. de Loriol, *Oppelia nimbata* Oppel, *Taramelliceras (Neumayria) Szajnochai* n. sp., *Perisphinctes Siemiradzki* n. sp., *Perisphinctes trichoplocus* Gemmellaro, *Aptychus* sp., *Modiola cancellata* Römer, *Ostrea (Exogyra) Roederi* P. de Loriol, *Ostrea (Alectryonia) gregaria* Sowerby, *Rhynchonella Monsalvensis* Gilliéron, *Rhynchonella selliformis* n. sp., *Terebratula bicanaliculata* (Zieten) Douvillé, *Zeilleria* cfr. *bucculenta* Sowerby, *Pentacrinus subteres* Goldfuss. Cette faune permet de rapporter les calcaires blancs (couche 1) à l'Oxfordien supérieur (moyen), au sous-étage argovien à la zone à *Peltoceras transversarium*.

2) Sur une étendue de cent mètres environ on voit les sables blancs, jaunes et rouge jaunâtres, irrégulièrement stratifiés, ferrugineux qui remplissent une dépression dans la surface des roches plus anciennes qui se reliait aux sables superficiels du sol et qui appartiennent aux dépôts quaternaires. Cette dépression, qui descend jusqu'à la base de la coupe, détermine l'absence de couches intermédiaires entre le calcaire blanc et les marnes sous-jacentes.

3) Plus loin, il y a 40 mètres de marnes d'un jaune verdâtre légèrement sablonneuses, très dures dans les niveaux supérieurs, noduleuses, à surfaces de stratification inégales. Dans les assises inférieures, les marnes deviennent moins dures, finement et régulièrement stratifiées. La couleur verdâtre de la marne est due à de nombreux grains de glauconie. Ces marnes renferment dans leurs bancs les plus hauts: *Serpula Liesbergensis* P. de Loriol, *Belemnites Bzoviensis* Zeuschner, *Belemnites hastatus* (Blainville) Montfort, *Hecticoceras Michalskii* n. sp., *Pecten (Entolium) vitreus* Römer. Cette faune, quoique très pauvre, permet néanmoins de définir l'âge des marnes qui appartiennent au Callovien supérieur.

4) Suivent 25 mètres d'argile noire plastique qui contient des rognons de pyrites et qui renferme une faune où dominent des petits gastéropodes très bien conservés. Cette faune (provenant de la collection de M. Kontkiewicz) a été déterminée par M. B. Rehbinde qui m'a gracieusement autorisé à la publier dans ce travail. En voici l'énumération: *Serpula plicatilis* Münster, *Belemnites Beyrichii* Oppel, un fragment de? *Macrocephalites* sp., *Ataphrus (Monodonta) papilla* Hébert et Deslongchamps, *Littorina* aff. *practor* Goldfuss, *Littorina aedilis* Münster, *Pleurotomaria subelongata* d'Orbigny, *Pleurotomaria elongata* Sowerby, (*mutabilis*, var. *elongata* Deslongchamps), *Pleurotomaria* sp., *Trochus* aff. *balinensis* Laube, *Turbo (Delphinula) Davousti* d'Orbigny, *Ctenostreon pectiniforme* Schlotheim, *Hinnites* sp., *Nucula* cfr. *Calliope* d'Orbigny, *Perna* sp., *Pholadomya* cfr. *Murchisoni* Sowerby, *Trigonia costata* Sowerby. Cette faune démontre que l'argile noire appartient au Bathonien et doit être probablement rapportée à la zone à *Parkinsonia Parkinsoni*.

5) A la base de l'argile noire apparaît un banc mince, de 80 cm. d'épaisseur, composé d'une marne très dure, gris verdâtre foncé. Ce banc surmonte directement une

6) série d'argiles bigarrées; les niveaux supérieurs sont principalement de couleur jaune, verdâtre, bleuâtre, plus bas les argiles deviennent d'un rouge foncé. Cette argile, qui appartient déjà au Keuper, apparaît dans toute la coupe de la voie ferrée jusqu'à l'est de la station Chęciny, en couvrant une étendue de plus d'un kilomètre et demi.

7) Tout près du premier passage à niveau, à l'est de la station, apparaît un calcaire jaunâtre, marneux, très finement stratifié, contenant de très nombreux fossiles du Muschelkalk. Ce calcaire



est incliné faiblement, il est presque horizontal. Un peu plus à l'est, il présente une faible inclinaison vers le nord-est, du côté opposé à l'inclinaison des couches qui le surmontent plus loin à l'ouest.

La coupe de Chęciny a beaucoup de valeur puisqu'elle permet de retrouver les dépôts connus jusqu'à présent seulement de la chaîne jurassique de Cracovie à Wieluń sur le versant occidental des montagnes de Święty Krzyż. Les données fournies par cette coupe ne sont que sommaires, elles ne permettent qu'établir un parallélisme entre les grands traits de la structure géologique du Jurassique qui environne les montagnes de Święty Krzyż et les dépôts du même âge de la Pologne occidentale; ces traits généraux présentent néanmoins une ressemblance très grande et les différences ne sont que d'ordre secondaire.

Les dépôts jurassiques de la Pologne occidentale recouvrent directement les assises argileuses du Keuper et débutent par des grès à *Inoceramus polyplocus* qui représentent le Bajocien. Dans la coupe de Chęciny je ne retrouve point de couches qui pourraient être considérées comme équivalentes. Les argiles noires du Bathonien surmontent ici directement les assises Keuperiennes et le mince banc marneux qui en forme la base est si étroitement lié aux argiles noires qu'il ne peut en être séparé. Il est probable que le Bajocien fait vraiment défaut dans les dépôts jurassiques du versant occidental des montagnes de Święty Krzyż; ce fait est aisément compréhensible vu que la transgression marine du Médio jurassique envahit la Pologne en venant de l'ouest et qu'elle aurait pu n'avoir pas encore atteint le pied du plateau central de la Pologne au moment où plus à l'ouest se déposait déjà le grès littoral du Bajocien. La ressemblance des dépôts étudiés avec les dépôts de la Pologne occidentale devient frappante en commençant par le Bathonien.

Le Bathonien de la coupe de Chęciny est presque identique pétrographiquement aux couches du même âge situées plus à l'ouest. Le Bathonien de la Pologne occidentale est représenté par une série d'argiles gris foncé renfermant de nombreuses concrétions de sphérosidélite et une faune très abondante et riche en Céphalopodes. Les argiles noires de Chęciny ne contiennent point de sphérosidélite qui est remplacée par des rognons pyriteux, et leur faune porte un caractère sensiblement différent. Les Céphalopodes font défaut,

et l'élément principal est représenté par des Gastéropodes de petite taille qui y abondent. La subdivision des argiles noires en niveaux qu'on pourrait mettre en parallèle avec les niveaux du Bathonien de la chaîne de Cracovie n'est pas possible jusqu'à présent.

Le Callovien de Chęciny présente également beaucoup de ressemblance avec les dépôts de même âge dans la chaîne de Cracovie. Le Callovien est représenté à Chęciny par une marne glauconifère jaune verdâtre, un peu sablonneuse, qu'il est absolument impossible de distinguer de semblables roches calloviennes de la Pologne occidentale. Mais le Callovien ne contient point à Chęciny d'Oolithes ferrugineuses si répandues dans le Callovien de la chaîne de Cracovie. La faune callovienne énumérée plus haut provient des couches les plus élevées de la série marneuse et son caractère, notamment la présence de nombreuses Bélemnites qui en forment l'élément le plus saillant, fait mettre en parallèle les couches supérieures fossilifères de la série marneuse avec les couches de marne glauconifère qui s'étend toujours dans la chaîne de Cracovie à la base de l'Oxfordien et qui représente les niveaux supérieurs du Callovien, correspondant à „Ornathenthone“ et comprenant les couches à *Peltoceras athleta* et à *Quenstedticeras Lamberti*.

Les sables diluviens masquent malheureusement la base de l'Oxfordien dans la coupe de Chęciny et ce n'est que pour cette cause que l'Oxfordien inférieur, les couches à *Cardioceras cordatum*, n'y est pas apparent. Les couches à *Card. cordatum* ont été retrouvées par moi dans le voisinage de Chęciny à deux kilomètres au nord, à la base des calcaires blancs de l'Oxfordien supérieur, dans la colline de Tokarnia, où elles sont représentées par une marne calcaire d'un gris foncé contenant *Card. cordatum*. J'ai retrouvé d'ailleurs cette forme plus loin au sud, à Maleszowa. Ces faits permettent de considérer l'absence des couches à *Card. cordatum* à Chęciny comme accidentelle.

A l'ouest des sables diluviens apparaît enfin le niveau le plus élevé de la coupe de Chęciny, le calcaire blanc finement stratifié qui contient une faune assez riche en individus et en espèces. Les Brachiopodes y sont les plus nombreux, notamment *Rhynchonella selliformis* n. sp., une forme que je considère comme une espèce nouvelle. Les Céphalopodes, principalement les Oppélies, y abondent également, mais les Périssphinctides y sont plutôt rares; d'ailleurs dans les dépôts du même âge que j'ai retrouvés sur une

grande étendue sur le versant occidental des montagnes de Święty Krzyż. les *Perisphinctes* sont nombreux. Ces couches dont la faune est purement argovienne (niveau à *Peltoceras transversarium*) ne diffèrent nullement des couches correspondantes de la Pologne occidentale. La ressemblance, plus ou moins grande dans les niveaux inférieurs, est devenue ici presque absolue.

### Description des fossiles.

#### *Serpula Liesbergensis* P. de Loriol.

##### Synonymie.

1896. *Serpula Liesbergensis* P. de Loriol. Jura Bernois, Oxfordien supér. et moyen, p. 5, pl. I, fig. 1.

Sur les rostres des Bélemnites se trouvent souvent fixés des tubes des serpules que je ne peux distinguer de *S. Liesbergensis* décrite et figurée par M. P. de Loriol. Les deux sillons profonds qui accompagnent la carène supérieure un peu onduleuse et qui distinguent cette serpule des autres espèces triquètres sont bien accusés ainsi que les deux petites carènes latérales qui dépassent un peu les côtés des tubes. Mes exemplaires n'atteignent point les dimensions citées par M. P. de Loriol. Le plus grand n'a que 17 mm. de longueur avec un diamètre maximum de 1.5 mm. Gisement: marne à glauconie jaune verdâtre (couche 3) de Chęciny. Callovien supérieur.

#### *Belemnites Bzoviensis* Zeuschner.

(Pl. XXII, fig. 5 et 6).

##### Synonymie.

1869. *Belemnites Bzoviensis* Zeuschner. Über Belemnites Bzoviensis p. 565, pl. XIII.

##### Dimensions.

Longueur du rostre	33 mm.	34 mm.
Diamètre dorso-ventral à la fin du sillon	6 mm.	5.5 mm.
Diamètre latéral à la fin du sillon	6 mm.	6 mm.
Diamètre dorso-ventral au point le plus gros	7 mm.	7 mm.
Diamètre latéral au même point	7 mm.	7.5 mm.



Rostre assez court, claviforme, un peu irrégulier, rétréci en avant, élargi en arrière. Le côté ventral reste à peu près rectiligne, tandis que le côté dorsal est recourbé en arrière, ce qui provoque un renflement du rostre du côté dorsal; les côtés latéraux sont symétriquement recourbés, un peu moins que le côté dorsal, ce qui détermine la forme irrégulière du rostre qui n'est fortement renflé que du côté dorsal. La coquille est terminée par une pointe mucronée, excentrique, beaucoup plus rapprochée du côté ventral que du côté dorsal. La section du rostre tout près de la pointe est à peu près circulaire, mais bientôt les flancs du rostre deviennent plus plats; l'aplatissement affecte plutôt le côté dorsal qui devient plat dans le voisinage de la pointe, à l'endroit où commence le renflement dorsal du rostre. L'aplatissement des côtés latéraux apparaît à l'endroit où le rostre commence à se rétrécir, et presque aussitôt, tout près du commencement du sillon, s'aplatit le côté ventral. La section devient nettement quadrangulaire, avec les deux diamètres égaux et conserve ce caractère dans la région alvéolaire. Les flancs latéraux sont ornés de stries qui commencent tout près de la pointe. A l'endroit où le rostre se rétrécit et les côtés latéraux s'aplatissent, dans le prolongement de la strie de la partie postérieure apparaît une faible carène arrondie, peu élevée, bordée des deux côtés par des faibles dépressions. Les côtés latéraux du rostre conservent cette sculpture dans la partie alvéolaire. Le sillon est court, étroit, presque linéaire, mais assez profond. Il s'efface assez brusquement un peu au dessus du point où finit le cône alvéolaire. L'alvéole est ovale, inclinée du côté ventral.

Cette espèce a été trouvée par M. Zeuschner dans les marnes glauconifères du Callovien supérieur de Bzów, dans la chaîne jurassique de Cracovie. Elle est assez rare en Pologne. La description ci-dessus s'appuie, outre des exemplaires de Chęciny, sur quatre topotypes de Bzów.

Rapports et différences. *B. Bzoviensis* se rapproche de *B. Sauvanausus* d'Orb. auquel il ressemble beaucoup par sa forme générale, par le renflement asymétrique du côté dorsal, par la longueur du sillon. Elle en diffère par sa section quadrangulaire dans la partie antérieure, arrondie chez *B. Sauvanausus* <sup>1)</sup>, qui par contre

<sup>1)</sup> *B. Sauvanausus* Waagen, Jurass. Cephalop. of Kutch, p. 8, pl. II, fig. 6—7, avec son côté ventral aplati, son côté dorsal arrondi, sa section ovale, son

devient un peu quadrangulaire au point où le rostre commence à s'élargir, par la faible carène qui apparaît sur ses côtés latéraux ornés chez le *B. Sauvanaus* seulement d'une ligne creuse. Le *B. Sauvanai* décrit et figuré par M. P. de Loriol en 1900 (Jura Lédonien, Oxfordien inférieur), présente des différences plus accentuées, principalement dans sa pointe qui n'est pas une simple pointe mucronée, mais qui est formée d'un rétrécissement brusque du rostre qui s'effile en une pointe aiguë, très peu excentrique. La faible excentricité provient de ce que la région dorsale n'est que très faiblement bombée.

Gisement: marne à glauconie jaune verdâtre (couche 3) de Chęciny. Callovien supérieur.

*Belemnites hastatus* (Blainv.) Montfort.

S y n o n y m i e.

- 1808. *Hibolithes hastatus* Montfort. Conchyl. système p. 386.
- 1827. *Belemnites hastatus* Blainville. Mémoire sur les Bélemnites p. 71, pl. I, fig. 4, pl. II, fig. 4.
- 1847. *Belemnites hastatus* d'Orbigny. Céphalopodes T. I, p. 121, pl. XVIII et XIX.
- 1849. *Belemnites hastatus* Quenstedt. Cephalopoden p. 442, pl. XXIX, fig. 30.
- 1869. *Belemnites hastatus* Phillips. British Belemnitidae p. 111, pl. XXVIII, fig. 67—70.
- 1870. *Belemnites hastatus* Römer F. Oberschlesien p. 252, pl. 24, fig. 7.
- 1875. *Belemnites hastatus* Favre E. Voirons. p. 13, pl. I, fig. 1—3, pl. V, fig. 1.
- 1876. *Belemnites hastatus* Favre E. Oxfordien fribourgeois, p. 17, pl. I, fig. 1—3.
- 1878. *Hibolithes hastatus* Bayle. Fossiles principaux, pl. 30, fig. 6—8.
- 1887. *Belemnites hastatus* Bukowski. Jura v. Czenstochau, p. 87 et 93.
- 1891. *Belemnites hastatus* Siemiradzki. Fauna kopalna p. 2.
- 1896. *Belemnites hastatus* P. de Loriol. Jura Bernois, Oxford. supér. et moyen. p. 5, pl. I, fig. 2—3.

absence d'élargissement du côté dorsal, semble être différent de *B. Sauvanaus* d'Orb.

1902. *Belemnites (Hibolithes) hastatus* (Montfort) Blainv. P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxford. supér. et moyen. p. 5, pl. I, fig. 1.  
(Voir dans ces deux ouvrages la synonymie étendue de l'espèce).

Dans les marnes à glauconie du Callovien supérieur (couche 3) de Chęciny se trouvent d'assez nombreux fragments de rostres de différente grandeur qui correspondent en tous points aux caractères de cette espèce bien connue.

### **Cardioceras alternans** v. Buch.

#### S y n o n y m i e.

1831. *Ammonites alternans* L. de Buch. Pétrifications remarquables, pl. VII, fig. 4.  
1837. *Ammonites alternans* Pusch. Polens Palaeontol. p. 155, pl. XIII, fig. 12.  
1849. *Ammonites alternans* Quenstedt. Cephalopoden, p. 56, pl. V, fig. 7—8.  
1858. *Ammonites alternans* Quenstedt. Jura, p. 617, pl. 76, fig. 14.  
1867. *Ammonites alternans* Quenstedt. Petrefactenkunde, p. 429, pl. XXXVII, fig. 4.  
1869. *Amaltheus alternans* Waagen. Amm. subradiatus p. 248.  
1870. *Ammonites alternans* Roemer F. Oberschlesien p. 254.  
1876. *Ammonites (Amaltheus) alternans* P. de Loriol. Baden, p. 20, pl. I, fig. 17—18.  
1881. *Cardioceras alternans* Neumayr u. Uhlig. Ammonitiden p. 12.  
1887. *Ammonites alternans* Quenstedt. Ammoniten, III, p. 824, pl. 91, fig. 1—24.  
1891. *Cardioceras alternans* Siemiradzki. Fauna kopalna, p. 25.  
1898. *Cardioceras alternans* de Riaz. Trept. p. 51, pl. XVI, fig. 6—8.  
1902. *Cardioceras alternans* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxford. supér et moyen, p. 29, pl. II, fig. 14—17.

Cette espèce semble être un nom collectif pour toute une foule de formes de *Cardioceras* qui possèdent un caractère commun, notamment la fine granulation de la carène, indépendante du nombre des côtes, tandis que les autres caractères présentent parfois de très grandes différences. Je ne cite que les figures 15 et 17 de la planche II de l'ouvrage de M. P. de Loriol sur l'Oxfordien moyen et supérieur du Jura Lédonien. Je crois que si l'on appliquait au



*C. alternans* les mêmes exigences qu'on applique aux représentants du genre *Perisphinctes*, on en pourrait faire plusieurs espèces nouvelles. L'application à cette forme d'un critérium plus exact me semblerait même nécessaire vu que les „variétés“ du *C. alternans* diffèrent parfois beaucoup plus entre elles que nombre d'espèces d'autres ammonites. Ces raisons nécessitent la description et la citation d'une figure connue qui correspond aux exemplaires en question, puisque le nom seul de *C. alternans* ne précise rien.

Les exemplaires de Chęciny correspondent précisément aux figures de Pusch (l. c.) et de Quenstedt (Ammoniten, pl. 91, fig. 15). Ce sont des individus de petite taille, assez comprimés, à la section subquadrangulaire, pas trop épais (l'épaisseur constitue à peu près la moitié de la hauteur du dernier tour), ornés de côtes régulières assez nombreuses, faiblement sinueuses, sans bifurcation apparente: les côtes secondaires, parallèles aux côtes ombilicales, naissent entre elles indépendamment et prennent la forme de courtes virgules. Ce sont les caractères que M. Siemiradzki (l. c.) a trouvés chez la plupart des *C. alternans* du Jura polonais. Les autres variétés de cette espèce sont évidemment très rares en Pologne.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (argovien), zone à *Peltoceras transversarium*.

#### *Ochetoceras canaliculatum* v. Buch.

#### Synonymie

- 1831. *Ammonites canaliculatus* L. v Buch. Pétrifications remarquables, pl. I, fig. 6—8.
- 1843. *Ammonites canaliculatus* d'Orbigny. Céphalopodes, p. 525, pl. 199, fig. 1—2.
- 1849. *Ammonites canaliculatus* Quenstedt. Cephalopoden, p. 119, pl. VIII, fig. 7—11.
- 1858. *Ammonites canaliculatus* Quenstedt. Jura, p. 594, pl. 74, fig. 5.
- 1862. *Ammonites canaliculatus* Oppel. Pal. Mitth. I, p. 157, pl. 54, fig. 3.
- 1870. *Ammonites canaliculatus* Roemer F. Oberschlesien, p. 252, pl. 24, fig. 4.
- 1885. *Ochetoceras canaliculatum* Haug E. Harpoceras p. 117.
- 1887. *Ammonites canaliculatus* Quenstedt. Ammoniten, III, p. 836, pl. 91, fig. 43, pl. 92, fig. 1—14.

1890. *Ochetoceras canaliculatum* Grossouvre. Excursion de St. Amand. p. 1111.
1893. *Ochetoceras canaliculatum* Choffat. Céphalopodes, p. 19, pl. 11, fig. 5--7.
1898. *Ochetoceras canaliculatum* de Riaz. Trept, p. 49, pl. XVIII, fig. 4--6.
1902. *Ochetoceras canaliculatum* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxford. supér. et moyen, p. 23, pl. II, fig. 6.

Le calcaire blanc (couche 1) de Chęciny m'a fourni quelques exemplaires de cette forme bien connue ainsi que de l'*O. hispidum*. Les formes que je rapporte à l'*O. canaliculatum* correspondent, à tous les points, à la description et à la figure d'Oppel. La coquille est fortement comprimée, discoïde, les tours sont embrassants, ne laissant qu'un ombilic très étroit, profond; les flancs sont comprimés, presque plans, avec le maximum d'épaisseur un peu en dedans du sillon latéral, d'où ils s'amincissent graduellement, faiblement vers l'ombilic, plus fortement vers la région siphonale, très étroite et carénée. La sculpture est peu prononcée et consiste de côtes ombilicales à peine visibles, peu inclinées en avant, presque radiales. En dehors du sillon apparaissent des côtes plus fortes, arquées, avec une section un peu anguleuse; les intervalles entre les côtes sont au contraire régulièrement concaves et plus larges que les côtes. Les côtes marginales, toujours simples, s'élargissent vers la périphérie, les intervalles se rétrécissent, et enfin au bord extérieur les côtes se soudent entre elles, en formant une très faible carène latérale, une „Nebenkante“ comme Oppel l'appela. La région siphonale, très étroite, porte une quille dentelée, comme l'ont démontré MM. Grossouvre et de Loriol, bordée des deux côtés par des méplats, produits par l'existence des carènes latérales (Nebenkanten). De ce fait la région siphonale de *O. canaliculatum* rappelle un peu les *Trimarginati*.

Rapports et différences. Je ne peux partager l'opinion de MM. Grossouvre et de Loriol qui unissent cette espèce à l'*O. hispidum* qui en est pour sûr très voisine, mais néanmoins présente des caractères tout à fait distincts. Je n'insiste ni sur la plus forte épaisseur, ni sur le bombement des flancs, ni sur la sculpture beaucoup plus forte, quoiqu'il me semble que celle-ci possède quelques caractères saillants qui ne se retrouvent pas chez *O. canaliculatum*.

Ce sont: une plus forte inclinaison des côtes ombilicales, parfois radiales chez *O. canaliculatum* („ausstrahlend“, Oppel, l. c.) et la section des côtes, plus arrondies et aussi larges que les intervalles entre elles. Les différences les plus caractéristiques se trouvent dans la région siphonale. Chez *O. hispidum* les côtes s'élargissent tout en s'abaissant et disparaissent en ne formant aucun méplat. Sur le bord extérieur s'élève une quille simple, aiguë, plus haute que chez *O. canaliculatum*. Par conséquent la section de la région siphonale devient tout à fait différente que chez *O. canaliculatum* et ne rappelle point les *Trimarginati*, vu l'absence de carènes latérales. Ces différences très caractéristiques sont aussi bien évidentes dans les exemplaires figurés par MM. de Loriol (Jura Lédonien, Oxford supér. et moyen, pl. II, fig. 4) et de Riaz (Trept. pl. XVII, fig. 2—3) sous le nom d'*O. canaliculatum* var. *hispidum*, et se retrouvent chez les formes qui dérivent de *O. hispidum*, notamment chez *O. hispidiforme* Dumort. et Font., *O. semimutatum* Dumort. et Font., *O. semifalcatum* Opp.

Pour conclure, je crois que *O. canaliculatum* et *O. hispidum* sont des formes voisines, mais différentes, qui donnent naissance à deux groupes distincts, si bien divisés par M. Haug: aux groupes d'*O. hispidum* Opp. d'un côté et d'*O. canaliculatum* v. Buch de l'autre.

Gisement: Calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (argovien), zone à *Peltoceras transversarium*.

### *Ochetoceras hispidum* Oppel.

(Pl. XXII, fig. 2).

#### Synonymie.

- 1862. *Ammonites hispidus* Oppel. Pal. Mitth., p. 193, pl. 52, fig. 2.
- 1866. *Ammonites hispidus* Oppel. Amm. transversarius, p. 284.
- 1875. *Ammonites hispidus* Favre. Voirons, p. 27, pl. II, fig. 8.
- 1885. *Ochetoceras hispidum* Haug. Harpoceras, p. 116.
- 1887. *Harpoceras hispidum* Bukowski. Jura v. Czenstochau, p. 87.
- 1890. *Ammonites canaliculatus* Grossouvre (pars). Excursion de St. Amand, p. 1111.
- 1898. *Ochetoceras canaliculatum*, var. *hispidum* de Riaz. Trept, p. 49. pl. XVIII, fig. 2—3.
- 1902. *Ochetoceras canaliculatum* var. *hispidum* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxford. supér. et moyen, p. 23. pl. II. fig. 4.





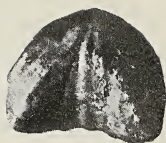




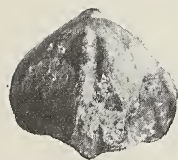
8a.



8b.



8c.



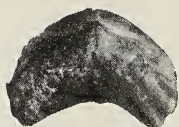
8d.



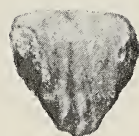
9.



9a.



9b.



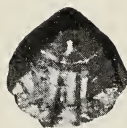
10.



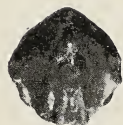
10a.



11.



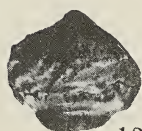
12.



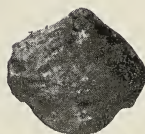
12a.



12b.



13.



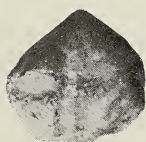
13a.



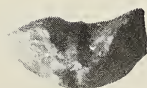
13b.



13c.



14.



14a.



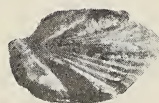
15.



15a.



15b.



16.





## Dimensions.

Diamètre . . . . .	33 mm. = 1.
Hauteur du dernier tour .	17 mm. = 0·51.
Epaisseur du dernier tour	10 mm. = 0·30.

Je n'ai rien à ajouter à la caractéristique de cette espèce bien connue et très typique que je considère comme différente de *O. canaliculatum* v. Buch, ainsi que je l'ai essayé de démontrer dans la description de cette dernière espèce.

Gisement: Calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (argovien), zone à *Peltoceras transversarium*.

**Hecticoceras Michalskii** nov. sp.

(Pl. XXII, fig. 3).

## Dimensions.

Diamètre . . . . .	58·5 mm. = 1.
Hauteur du dernier tour	34 mm. = 0·58.
Epaisseur du dernier tour	15 mm. = 0·25

Quoique je ne possède qu'un fragment entièrement cloisonné représentant à peu près la moitié d'un exemplaire, néanmoins les caractères que présente ce fragment me semblent si bien prononcés et si individuels que je n'hésite pas à le regarder comme une nouvelle espèce du genre *Hecticoceras*.

La coquille est discoïde, comprimée, avec un ombilic profond à parois presque verticales, mais non caréné. Tours comprimés à accroissement rapide, recouvrant les deux tiers presque du tour précédent. Les flancs sont légèrement convexes, le maximum d'épaisseur est en dedans du sillon latéral situé à la distance de  $\frac{2}{5}$  à peu près de la hauteur d'un tour à partir de l'ombilic. Les tours s'amincissent avec une même rapidité vers l'ombilic et vers la région siphonale, et vu que le maximum d'épaisseur est plus près de l'ombilic, conservent ici encore une épaisseur assez considérable. La région siphonale est assez étroite, arrondie et porte une carène creuse (Hohlkiel) constituée seulement par une surélévation de la couche extérieure du test qui est partiellement conservé sur le fragment en question, quoique la substance même du test soit remplacée par de la marne argileuse. Sur le moule intérieur, après l'éloignement du test, il ne reste plus de trace de carène, la région siphonale est

simplement arrondie. La carène a 1—1.5 mm. de hauteur et la même largeur à la base. Les flancs portent une ornementation bien prononcée, consistant en un sillon assez profond et large, bien défini, avec une paroi presque verticale du côté ombilical qui passe sur les flancs un peu en dedans de la moitié de leur hauteur. En dedans du sillon la coquille porte des côtes rares, renflées en forme de noeuds, un peu proclives. Sur la moitié conservée de la coquille il y en a six, espacées un peu irrégulièrement. Ces côtes prennent naissance au bord même de l'ombilic sous forme de plis bas qui gagnent vite en hauteur qui devient maxima près du sillon médian, vers lequel les noeuds s'abaissent rapidement. En dehors du sillon apparaissent des côtes marginales plus basses, mais beaucoup plus nombreuses

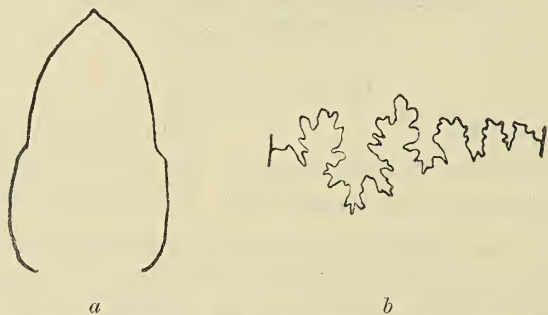


Fig. 1. *Hecticoceras Michalskii* n. sp.; a section transversale d'un tour; b ligne de suture.

(aux 6 côtes ombilicales correspondent 23 côtes marginales), faiblement arquées, très régulières. Trois de ces côtes se dédoublent tout près de leur point de départ; les deux branches sont d'égale grandeur et dans leur parcours ne diffèrent pas des côtes simples. Les côtes marginales apparaissent au bord du sillon médian et atteignent rapidement des dimensions tout à fait constantes dans leur parcours vers le bord siphonal; à 3.5 mm. environ de la carène siphonale les côtes marginales disparaissent brusquement; leur extrémité s'enfle un peu et présente l'aspect de petits tubercules. La région siphonale des deux côtés de la carène est tout à fait lisse et forme un dos obtus et arrondi.

La suture possède des caractères propres à *Hecticoceras sensu stricto*: le lobe siphonal est peu profond et se termine par deux branches aiguës, divergentes. La selle siphonale est large, arrondie, faiblement auriculée. La première selle latérale est assez étroite; son



extrémité est divisée en deux feuilles dont l'intérieure est la plus grande. Le premier lobe latéral est assez large, profond, presque deux fois plus long que le lobe siphonal, orné de plusieurs branches latérales aiguës; il se termine par trois pointes divergentes, dont la médiane est la plus longue. La deuxième selle latérale est un peu plus haute que la première plus étroite, également terminée par deux branches obtuses. Le premier lobe auxiliaire n'est pas plus long que le lobe dorsal, pointu. La première selle auxiliaire, assez large, est un peu plus basse que la deuxième latérale. Deux petits lobes auxiliaires sont très courts, mais assez larges. Les selles auxiliaires sont un peu plus basses que la deuxième latérale.

Rapports et différences. L'espèce décrite plus haut, pour laquelle je propose le nom d'*Hecticoceras Michalskii* en l'honneur de l'explorateur infatigable du Jurassique polonais, enlevé trop tôt par la mort, appartient au genre *Hecticoceras sensu stricto* de Bonarelli, dont elle possède les caractères essentiels qui le distinguent du *Lunuloceras*. Ce sont: l'absence de carène (taeniole) ombilicale, les tubercules qui terminent les côtes marginales, la région siphonale lisse, enfin la ligne de suture qui ne possède que quatre lobes latéraux. Néanmoins, la forme qui lui ressemble le plus se trouve parmi les *Lunuloceras*: c'est *Ammonites hecticus nodosus*<sup>1)</sup> Quenstedt (Ammoniten, p. 702, pl. 82, fig. 39) qui en diffère par une moindre hauteur des tours, par son ombilic plus ouvert et par la taeniole ombilicale très prononcée qui éloigne le point d'origine des côtes ombilicales du bord de l'ombilic, mais s'en rapproche par son sillon médian bien prononcé et par la sculpture des flancs. *Hecticoceras Chanasiense* Par. et Bonar. s'en rapproche aussi par la présence d'un sillon médian; la différence principale consiste en ce que les tours de *H. Chanasiense* sont plus bas, le sillon est moins prononcé, les côtes marginales sont ondulées et convergent deux à deux vers le sillon médian où elles forment des renflements.

Gisement: marne à glauconie, jaune verdâtre (couche 3) de Chęciny. Callovien supérieur.

<sup>1)</sup> Cette forme considérée par M. Bonarelli en 1893 (*Hecticoceras* p. 94) comme un des types de *Lunuloceras nodosum* a été en 1895 (Parona et Bonarelli Chanasiens p. 105) transférée à *Lunuloceras metomphalum* dont elle semble différer fondamentalement à cause de son sillon médian qui sépare entièrement les côtes marginales des noeuds ombilicaux. Chez *L. metomphalum* les côtes marginales se détachent des noeuds ombilicaux et il n'y a pas trace de sillon.

*Oppelia Anar* Oppel.

## Synonymie.

1837. *Ammonites elegans* Pusch. Polens Palaeont., p. 153, pl. XIII, fig. 6.  
 1862. *Ammonites Anar* Oppel. Pal. Mitth., p. 207, pl. 55, fig. 1.  
 1866. *Ammonites Anar* Oppel. Amm. transversarius, p. 283.  
 1871. *Oppelia Anar* Neumayr. Jurastudien II, p. 366, pl. XVIII, fig. 5.  
 1887. *Ammonites Anar* Quenstedt Ammoniten III, p. 860, pl. 93, fig. 30—31.  
 1898. *Oppelia Anar* Siemiradzki. Fauna kopalna, p. 17.

Cette forme très caractéristique et facilement reconnaissable correspond à tous les points aux descriptions détaillées d'Oppel et de Neumayr. Un de mes exemplaires présente un entonnoir ombilical bien prononcé qui occupe à peu près le tiers intérieur des flancs.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien), zone à *Peltoceras transversarium*.

*Oppelia callicera* Oppel.

## Synonymie.

1862. *Ammonites callicerus* Oppel. Pal. Mitth., p. 210, pl. 55, fig. 2—3.  
 1866. *Ammonites callicerus* Oppel. Amm. transversarius, p. 283.  
 1870. *Ammonites callicerus* Römer F. Oberschlesien, p. 254.  
 1875. *Oppelia callicera* Neumayr. Systematik d. Ammonitiden, p. 910.  
 1875. *Ammonites callicerus* Favre. Voirons, p. 26, pl. XI, fig. 9.  
 1876. *Ammonites callicerus* Favre, Jura Fribourgeois, p. 39, pl. III, fig. 4—5.  
 1891. *Oppelia oculata* Siemiradzki (pars). Fauna kopalna, p. 12.  
 1902. *Oppelia callicera* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxfordien supérieur et moyen, p. 49.

## Dimensions.

Diamètre . . . . .	31 mm. = 1.
Hauteur du dernier tour .	18 mm. = 0.58.
Épaisseur du dernier tour	9 mm. = 0.29.
Diamètre de l'ombilic . .	3 mm. = 0.10.

Les dimensions de mon exemplaire, chambré jusqu'à la fin, sont tout à fait identiques aux dimensions données par M. P. de Loriol,

(1 c.). La sculpture des flancs du moule intérieur est faible et devient plus forte seulement vers le bord marginal. Autour de l'ombilic, étroit, assez profond, aux parois verticales, mais non caréné, apparaissent des côtes ombilicales, un peu sinueuses, peu inclinées en avant, au nombre de huit sur la moitié du dernier tour, terminées par un bourrelet à peine apparent, un peu au-dessus du milieu des flancs. A ces huit côtes ombilicales correspondent 32 côtes marginales, beaucoup plus fortes, principalement à proximité de la région siphonale, courtes, semilunaires, qui disparaissent un peu au-dessus des bourrelets qui terminent les côtes ombilicales. Les côtes marginales se terminent aux bords de la région siphonale en s'enflant un peu, et laissent une bande lisse, marquée au milieu d'une rangée de petits tubercules arrondis qui semblent moins nombreux que les côtes marginales. D'après M. P. de Loriol les côtes marginales traversent la région siphonale sans interruption. Dans les descriptions de E. Favre et d'Oppel *Opp. callicera* possède une bande lisse sur la région siphonale que je retrouve aussi sur mon exemplaire. La ligne de suture est très divisée et correspond à tous les points à la description de M. P. de Loriol (1. c.).

Gisement. Calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

*Oppelia Lorioli* n. sp.

(Pl. XXII, fig. 4).

S y n o n y m i e.

1902. *Oppelia* cfr. *Bukowskii* P. de Loriol. Jura Lédonien. Oxfordien supérieur et moyen, p. 54, pl. III, fig. 16—18.

D i m e n s i o n s.

Diamètre (approximativement)	24 mm. = 1.
Hauteur du dernier tour	14 mm. = 0.56.
Épaisseur du dernier tour	8 mm. = 0.30.
Diamètre de l'ombilic	2.5 mm. = 0.10.

Je possède un exemplaire bien conservé mais incomplet de cette intéressante petite espèce. Le dernier tour est entièrement occupé par la loge, le bord buccal est conservé entièrement. La coquille est discoïde, comprimée, formée de tours comprimés, hauts, embrassants, pas trop épais, atteignant le maximum d'épaisseur dans le



tiers intérieur de la hauteur. Ces tours s'amincissent graduellement et très faiblement vers la région siphonale, un peu plus brusquement vers l'ombilic qui est étroit, profond, à parois perpendiculaires, mais non caréné. Autour de l'ombilic se forme un faible entonnoir. Les flancs sont presque plans à partir du point d'épaisseur maxima vers la région siphonale. La sculpture est constituée par des côtes très fines, tranchantes, peu élevées et présente beaucoup d'irrégularité. Autour de l'ombilic naissent des côtes irrégulièrement espacées, radiées, presque droites, faiblement sinueuses qui atteignent la région siphonale sans changer de caractère. La plupart de ces côtes sont simples jusqu'à la région siphonale; d'autres cependant se divisent en deux, tantôt tout près de l'ombilic, tantôt vers les deux tiers de la hauteur. Entre ces côtes ombilicales, un peu au-dessus du milieu de la hauteur, apparaissent des côtes marginales, parallèles aux premières qui deviennent bientôt aussi fortes que les côtes primaires. Le nombre des côtes secondaires est très variable: tantôt entre plusieurs côtes primaires il n'y a qu'une secondaire, tantôt entre d'autres primaires il en apparaît quatre. Sur les bords de la région siphonale toutes les côtes se recourbent brusquement en avant et chacune se termine par un bourrelet arrondi, pas plus large que la côte elle-même, mais plus haut, un peu allongé dans la direction de la côte. Au delà des tubercules, les côtes disparaissent presque entièrement en ne laissant que des traces à peine apparentes qui rejoignent les tubercules médians. Dans des espaces plus grands, occupés par 5-6 tubercules qui terminent les côtes marginales, apparaissent des tubercules plus grands, allongés dans le sens de la spire, dont chacun s'étend sur trois côtes marginales. Ces tubercules étaient bien visibles au cours de la préparation de l'exemplaire, mais à cause de leur finesse ils ont été détruits et la photographie n'en montre que la base. C'étaient des tubercules aplatis dans le sens de la spire, inclinés en avant, assez hauts: ils atteignaient la hauteur de 1.5 mm. environ. La région siphonale bordée par les deux rangs de tubercules marginaux est arrondie, couverte de stries très fines qui se rencontrent dans la ligne des tubercules médians sous un angle aigu, et qui présentent le prolongement affaibli des côtes. Le milieu de la région siphonale est garni d'un rang de pointes aiguës, assez élevées, non allongées, moins nombreuses que les tubercules marginaux. L'ouverture est entièrement conservée; ses bords sont simplement sinueux, un peu

plus inclinés en avant que les côtes dont ils reproduisent les allures. La ligne de suture n'est pas visible.

Rapports et différences. *Opp. Lorioli* me semble identique aux fragments mal conservés décrits et figurés par M. P. de Loriol (l. c.) sous le nom d'*Opp. cfr. Bukowskii* Siemir. Ces fragments diffèrent beaucoup d'*Opp. Bukowskii* Siemir., forme très épaisse et très régulièrement ornée. Les côtes d'*Opp. Bukowskii* sont assez fortement flexueuses, régulièrement espacées, toujours simples. Les côtes d'*Opp. cfr. Bukowskii* P. de Loriol sont moins sinueuses, se recourbent fortement seulement vers le bord siphonal et se divisent parfois tout près du bord ombilical (voir en bas de la fig. 16a l. c.). Le nombre des côtes secondaires est aussi moindre que chez l'*Opp. Bukowskii*. Sur le fragment dont la reproduction grossie est donnée par M. de Loriol, il n'y a qu'une côte secondaire entre chaque paire de côtes ombilicales, nombre qui varie jusqu'à quatre, selon la description. Il n'y a que l'absence de tubercules marginaux plus grands, qui apparaissent de temps à autre sur les flancs d'*Opp. Lorioli*, qui constitue une différence entre celle-ci et *Opp. cfr. Bukowskii* de Loriol, différence due peut être au mauvais état de conservation des fragments décrits par M. de Loriol. Le fragment d'*Opp. cfr. Bukowskii* représenté sur la pl. XV, fig. 3 (l. c.) possède une région siphonale identique à mon exemplaire et laisse apercevoir des traces de tubercules marginaux plus grands.

Je considère *Opp. Bukowskii* Siemir. comme voisine d'*Opp. Lorioli* qui en diffère néanmoins à plusieurs points de vue que j'ai déjà énumérés plus haut. Les tours intérieurs d'*Opp. Anar*, décrits et représentés par Neumayr (Jurastudien, p. 366, pl. XVIII, fig. 5) rappellent *Opp. Lorioli*. Nous y retrouvons les mêmes côtes faiblement sinueuses, très fines, tranchantes, terminées chacune par un petit tubercule; la même sculpture de la région siphonale, pourvue d'un rang de tubercules médians, réunis aux tubercules marginaux par des stries presque imperceptibles, constituant le prolongement des côtes. Seulement, chez *Opp. Lorioli* celles-ci sont moins nombreuses, les tubercules médians sont moins nombreux que les tubercules marginaux et entre ces derniers apparaissent les grandes pointes caractéristiques. Il me semble que *Opp. Lorioli* est plus proche du groupe d'*Opp. Anar* que des Oppélies flexueuses (*Taramelliceras*) et *Oppelia Bukowskii* Siemir. me semble occuper une place entre *Opp. Lorioli* et les Oppélies flexueuses.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

### *Oppelia Sarasini* P. de Loriol.

#### S y n o n y m i e.

1903. *Oppelia Sarasini* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxford. supérieur et moyen, p. 51, pl. III, fig. 19.

#### D i m e n s i o n s.

Diamètre . . . . . 48 mm. = 1.

Hauteur du dernier tour . 24 mm. = 0·5.

Diamètre de l'ombilic . . 5 mm. — 0·11.

Deux moules dont l'un présente un peu plus de la moitié du dernier tour et est entièrement occupé par la loge, et dont l'autre, plus complet, a une loge qui occupe un peu plus que la moitié du dernier tour. La coquille est discoïde, aplatie, étroitement ombiliquée. L'ombilic est profond, gagne vite en profondeur et devient caréné ce qui est causé par l'augmentation d'épaisseur de la loge. L'entonnoir ombilical, très prononcé sur les tours chambrés, disparaît sur la loge. Les côtes, nombreuses, fines au début, très peu élevées, présentant plutôt l'aspect de rides plates que de côtes, conservent sur tout le pourtour l'allure décrite par M. P. de Loriol (l. c.). La région siphonale est arrondie, mais j'y aperçois sur mes exemplaires une rangée de petits tubercules, tout à fait ronds, mais moins nombreux que sur la figure de M. P. de Loriol.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

### *Oppelia nimbata* Oppel.

#### S y n o n y m i e

1863. *Ammonites nimbatus* Oppel. Pal. Mitth., p. 191, pl. 52, fig. 5.

1875. *Oppelia nimbata* Neumayr. Systematik der Ammoniten, p. 911.

1876. *Haploceras nimbatum* P. de Loriol. Baden, p. 27, pl. II, fig. 6—7.

1891. *Oppelia nimbata* Siemiradzki. Fauna kopalna, p. 20.

1893. *Oppelia nimbata* Choffat. Céphalopodes, p. 21, pl. VI, fig. 16, pl. XVII, fig. 5.



Quelques exemplaires, dont le plus grand a 28 mm. de diamètre, parfaitement identiques aux excellentes figures de M. P. de Loriol.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

**Taramelliceras (Neumayria) Szajnochai n. sp.**

(Pl. XXII, fig. 1).

**D i m e n s i o n s .**

Diamètre . . . . .	61 mm. = 1.
Hauteur du dernier tour .	35 mm. = 0.57.
Épaisseur du dernier tour .	15 mm. = 0.24.
Diamètre de l'ombilic . .	4 mm. = 0.07.

Coquille discoïde, comprimée, peu épaisse, très étroitement ombiliquée. Le dernier tour, très embrassant, croît très rapidement; le maximum d'épaisseur est dans le tiers supérieur de la hauteur d'où la section transversale s'amincit assez vite et régulièrement vers l'ombilic et change très peu vers la région siphonale. Les flancs sont aplatis, à peine convexes, et forment autour de l'ombilic un entonnoir très large et peu prononcé. La région siphonale assez large est anguleuse, composée de deux méplats longitudinaux qui se rencontrent au milieu de la région siphonale sous un angle obtus et forment de cette manière une sorte de carène. Les flancs sont ornés de côtes flexueuses typiques, assez nombreuses. Sur l'exemplaire représenté dont le dernier tour est aux deux tiers occupé par la loge, un tiers du tour porte douze côtes ombilicales, assez larges, mais basses et de peu de relief. Vers le milieu des flancs les côtes ombilicales enflent sensiblement et se divisent presque toutes en deux côtes marginales, un peu plus fortes que les côtes ombilicales en dedans des renflements médians. Aux douze côtes ombilicales susmentionnées correspondent 23 côtes marginales. Les côtes marginales se terminent toutes aux bords de la région siphonale, tout à fait lisse, bordée de chaque côté par une rangée de tubercules allongés auxquels aboutissent toujours deux côtes voisines qui tantôt résultent de la division d'une côte ombilicale, tantôt appartiennent à deux côtes ombilicales voisines. Ces tubercules, à ce qu'il semble, n'apparaissent que sur la loge et gagnent vite en dimensions. Le nombre des tubercules est un peu inférieur au nombre des côtes ombilicales: sur huit côtes je compte sept tubercules.

La ligne de suture n'est pas assez bien conservée pour permettre sa description.

**Rapports et différences.** Cette forme est bien rapprochée de *Taramelliceras* (*Neumayria*) *flexuosum* Münster tel qu'il est représenté par Zieten (*Versteinerungen Württembergs*) et je ne l'en sépare qu'avec hésitation. La forme décrite sous le nom d'*Ammonites flexuosus* par M. E. Favre (Zone à *Ammonites Acanthicus*, p. 31) correspond exactement à la figure de Zieten. Elle se rapproche de *Tar. Szajnochai* par son contour anguleux de la région externe qui porte sur la ligne médiane une carène bordée des deux côtés par des méplats lisses, mais elle en diffère par des côtes marginales plus nombreuses par rapport aux côtes ombilicales, puisque dans les intervalles entre les côtes ombilicales bifurquées naissent deux côtes secondaires; les tubercules latéraux sont pour cela plus espacés. *Ammonites flexuosus* Münster atteint son maximum d'épaisseur en dedans du milieu des flancs, en conséquence l'entonnoir ombilical est fortement prononcé, enfin l'ombilic est large: 0.15 contre 0.07 chez *Tar. Szajnochai*. *Oppelia flexuosa* décrite et reproduite par M. G. Bukowski (Jura v. Czenstochau, p. 119, pl. II, fig. 4—9), identique à la forme de F. Römer (Oberschlesien, pl. XXII. fig. 5), diffère de même de la forme de Zieten que de *Tar. Szajnochai* par son contour tout à fait arrondi sans trace d'une carène médiane. Son ombilic large (0.14), son épaisseur (0.33) qui atteint le maximum en dedans du milieu des flancs, les côtes marginales nombreuses qui résultent de la bifurcation et même de la trifurcation des côtes ombilicales entre lesquelles naissent 2 à 3 côtes secondaires, la distinguent bien nettement du *Tar. Szajnochai* tel que je l'ai décrit plus haut. *Oppelia flexuosa* (Münster) Neumayr décrite et représentée par M. P. de Loriol (Jura Lédonien, Oxfordien supérieur et moyen, p. 46, pl. III, fig. 15) se rapproche beaucoup d'*Opp. flexuosa* de Bukowski, mais néanmoins elle en diffère par un caractère essentiel, notamment par ce que toutes les côtes aboutissent à des tubercules qui sont, dans les parties chambrées, aussi nombreux que les tubercules médians et sur la loge beaucoup plus nombreux que ceux-ci, tandis que *Opp. flexuosa* de Bukowski a deux fois plus de tubercules médians que de tubercules latéraux et une de ses variétés en a même trois fois plus. Le grand nombre de tubercules marginaux et le pourtour arrondi distinguent également *Opp. flexuosa* de M. P. de Loriol du type

de Zieten et de Favre. *Neumayria flexuosa* représentée par M. A. de Riaz (Trept, p. 45, pl. XVIII, fig. 2) se rapproche beaucoup de *Tar. Szajnochai*, mais sa description trop laconique et l'absence de mensurations ne permettent pas de trancher la question.

En somme, il semble possible de diviser *Opp. flexuosa* des différents auteurs en quelques types distincts. Le premier serait le type de Zieten et de Favre à l'ombilic assez large (0·15), à deux côtes secondaires entre les côtes ombilicales, au maximum d'épaisseur en dedans du milieu de la hauteur, au pourtour anguleux, avec une carène sur la région siphonale et aux tubercules latéraux peu nombreux: 11 sur le dernier tour.

Le deuxième type serait *Opp. flexuosa* de Bukowski et de Roemer, une forme à l'ombilic assez large (0·14), aux tours plus bas (0·5), au maximum d'épaisseur en dedans du milieu de la hauteur, au pourtour arrondi, sans carène, aux côtes marginales plus nombreuses, puisque les côtes ombilicales se divisent en deux ou en trois côtes et qu'entre elles apparaissent deux ou trois côtes secondaires, aux tubercules latéraux moins nombreux ( $\frac{1}{2}$  jusqu'à  $\frac{1}{3}$ ), que les tubercules médians. Ce type se rapproche le plus d'*Opp. pseudoflexuosa* Favre. Le troisième type serait représenté par *Opp. flexuosa* de M. P. de Lorient, à l'ombilic assez large (0·12), aux tours plus hauts (0·58) que le précédent, au contour arrondi, sans carène, aux côtes marginales terminées par des tubercules arrondis, aussi nombreux que les tubercules médians ou davantage.

Le quatrième type serait enfin représenté par la forme décrite ci-dessus, à l'ombilic très étroit (0·07), aux tours hauts (0·57), à l'épaisseur moindre que les précédents (0·24), au maximum d'épaisseur dans le tiers extérieur de la hauteur, au contour anguleux avec une carène sur la région siphonale, avec des côtes marginales peu nombreuses, qui résultent exclusivement de la bifurcation des côtes ombilicales sans intercalation de côtes secondaires, avec des tubercules marginaux allongés, un peu moins nombreux que les côtes ombilicales. Pour ce type-ci je propose le nom nouveau de *Tar. Szajnochai*.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.



*Perisphinctes Siemiradzki* n sp.

S y n o n y m i e.

1875. *Perisphinctes chloroolithicus* Waagen. Cephalopoda, p. 189, pl. 50, fig. 3.  
 1881. *Perisphinctes* cf. *chloroolithicus* Steinmann. Caracoles, p. 276, pl. 12, fig. 1.  
 1891. *Perisphinctes chloroolithicus* et *Dunikowskii* Siemiradzki (pars). Fauna kopalna, p. 46; (non pl. 2, fig. 3).  
 1899. *Perisphinctes Dunikowskii* Siemiradzki (pars). *Perisphinctes*, p. 269.

D i m e n s i o n s.

	Chęciny	Caracoles	Kutch
Diamètre	55 mm = 1;	40 mm; 41 mm; 58 mm; 65 mm;	
Hauteur du dernier tour	20 mm = 0.36;	0.39; 0.39; 0.38; 0.35;	
Épaisseur du dernier tour	18 mm = 0.33;	0.36; 0.37; 0.33; 0.33;	
Diamètre de l'ombilic.	18.5 mm = 0.34;	0.36; 0.37; 0.38; 0.38.	

Coquille comprimée avec un ombilic profond et assez étroit, aux parois verticales, non caréné. Les tours sont assez élevés, à croissance pas trop rapide, comprimés, quadrangulaires, avec une région siphonale large, arrondie. Les flancs sont presque plans, très faiblement inclinés vers la région siphonale, ornés de 70 côtes environ, assez fines, un peu inclinées en avant, dont quelques-unes sont simples et les autres divisées en deux côtes secondaires au bord de la région siphonale que toutes les côtes traversent sans interruption avec une légère courbure en avant. Déjà M. Steinmann l. c. considère cette espèce comme distincte du *Per. chloroolithicus* (Gümbel sp.) telle que l'a définie M. v. Ammon (Juraablagerungen, p. 174). M. Siemiradzki (Fauna kopalna p. 46) a séparé en espèce distincte le *Per. cf. chloroolithicus* Steinmann tout en laissant dans *Per. chloroolithicus* (Gümbel) v. Ammon la forme de Waagen qui a servi de base pour la détermination de M. Steinmann. *Per. cf. chloroolithicus* Steinmann a été par M. Siemiradzki uni à *Per. Dunikowskii* Siemir., représenté l. c. pl. II, fig. 3. Dans sa Monographie du genre *Perisphinctes*, M. Siemiradzki a réuni au *Per. Dunikowskii* également la forme de Waagen. Je crois que cette dénomination ne peut être conservée puisque la forme du Jura polonais qui a servi de base à la fondation du *Per.*

*Dunikowskii* et qui est représentée l. c. n'est point identique aux types de Steinmann et de Waagen: elle leur ressemble par ses dimensions, mais en diffère par sa sculpture. Le *Per. Dunikowskii* porte sur le dernier tour 120 côtes, à peu près le double de la forme de Waagen qui en porte environ 70; la sculpture de la forme de M. Steinmann et de la mienne est tout à fait identique à cette dernière. Il semble donc que le nom de *Per. Dunikowskii* doit être conservé pour le type du Jura polonais reproduit dans „Fauna kopalna“, pl. II, fig. 3, aux côtes excessivement nombreuses, le nom de *Per. chloroolithicus* (Gümbel) répond au type de M. v. Ammon aux côtes rares (environ 50) et à l'ombilic plus large, et quant à *Per. chloroolithicus* de Waagen et de Steinmann qui occupe une place intermédiaire, je propose de lui donner un nom nouveau, celui de *Per. Siemiradzki*.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

#### *Perisphinctes trichoplocus* Gemmellaro.

##### S y n o n y m i e.

1870. *Perisphinctes trichoplocus* Gemmellaro. Sicilia, p. 163, pl. 20, fig. 3.  
 1891. *Perisphinctes Kreutzi* Siemiradzki. Fauna kopalna, p. 41, pl. 1, fig. 4.  
 1899. *Perisphinctes trichoplocus* Siemiradzki. Perisphinctes, p. 273.

##### D i m e n s i o n s.

Diamètre	41 mm = 1
Hauteur du dernier tour	14 mm = 0.34
Épaisseur du dernier tour	12 mm = 0.29
Diamètre de l'ombilic	18.5 mm = 0.45

Je n'ai rien à ajouter à la description de cette espèce par M. Gemmellaro et aux observations de M. Siemiradzki.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

#### *Aptychus* sp.

Un petit *Aptychus*, incomplet; coquille très mince, imbriquée, portant plus de vingt côtes pas trop élevées, à ce qu'il me semble

d'après le fragment étudié, régulières dans tout leur parcours et parallèles au bord extérieur. Ces caractères rapprochent le fragment en question d'*Aptychus* cfr. *exsculptus* Schauroth tel qu'il est reproduit par M. Favre dans les „Fossiles tithoniques des Alpes Fribourgeoises“ (p. 44, pl. III, fig. 20), et par M. O. Retowski dans „Die tithonischen Ablagerungen von Theodosia“ (p. 11, pl. 1, fig. 2).

Gisement: calcaire blanc (couche 1). de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

### ***Modiola cancellata* Römer.**

#### Synonymie.

1836. *Modiola cancellata* Römer. Oolithen Gebirge, p. 92, pl. 4, fig. 13.  
 1837. *Mytilus cancellatus* Goldfuss. Petref. German., p. 175, pl. 131, fig. 1.  
 1857. *Modiola cancellata* Oppel. Juraformation, § 80, Nr 72.  
 1863. *Modiola cancellata* Credner. Oberer Jura, p. 7, 79.  
 1874. *Modiola cancellata* Brauns. Oberer Jura, p. 300.

Un exemplaire unique de cette espèce, bien rare dans le Jurassique de la Pologne. Il est tout à fait identique à la figure de Goldfuss (l. c.) et facilement reconnaissable à des ornements composés de stries d'accroissement très fines et très rapprochées, interrompues par des côtes très fines, rayonnantes de crochets.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

### ***Ostrea (Exogyra)* cfr. *Roederi* P. de Loriol.**

#### Synonymie.

1904. *Ostrea (Exogyra) Roederi* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxfordien supérieur et moyen, p. 254, pl. XXV, fig. 13—20.

Quelques exemplaires implantés dans la roche qui ressemblent absolument aux figures et à la description de M. P. de Loriol et rappellent vivement l'*Exog. reniformis* Goldf. Mes exemplaires ne laissant pas apercevoir la charnière, ne me permettent pas de les rapporter définitivement à l'espèce argovienne de M. P. de Loriol.



Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

*Ostrea* (*Alcetryonia*) *gregaria* Sow.

S y n o n y m i e.

1815. *Ostrea gregaria* Sowerby. Mineral Conchology, pl. 111, fig. 1 et 3.  
 1834. *Ostrea gregaria* Goldfuss. Petref. German., pl. 74, fig. 2.  
 1836. *Ostrea claustrata* Pusch. Polens Palaeont., p. 29, pl. IV., fig. 13.

Je me borne à ne citer en synonymie que les figures et descriptions absolument identiques à mes exemplaires qui sont des formes extrêmes de l'espèce d'*Ostrea gregaria*, conçue dans le sens de Brauns (Oberer Jura, p. 347); ces formes sont caractérisées par leur largeur plus grande par rapport à la longueur et par leur côtes moins régulières. Je laisse de côté la synonymie qui se rapporte aux formes plus allongées et plus régulières comprises sous les noms d'*O. rastellaris* et partiellement d'*O. hastellata*, puisque je ne peux rien ajouter à la délimitation réciproque de ces formes très variables.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

*Pecten* (*Entolium*) *vitreus* Römer.

1836. *Pecten vitreus* Römer. Oolithen-Gebirge, p. 72, pl. XIII, fig. 7.  
 1836. *Pecten solidus* Römer. Oolithen-Gebirge, p. 212, pl. XIII, fig. 5.  
 1859. *Pecten solidus* Etallon. Lethaea Bruntrutana, p. 262, pl. 37, fig. 4.  
 1884. *Pecten vitreus* P. de Loriol. Oberbuchsitten, p. 93, pl. XIII, fig. 3—5.  
 1885. *Pecten vitreus* Bruder. Jura v. Hohnstein, p. 38, pl. III, fig. 9.  
 1892. *Pecten vitreus* P. de Loriol. Jura Bernois, couches coralligènes inférieures, p. 312, pl. 33, fig. 8.  
 1893. *Pecten vitreus* Greppin. Couches corallig. d'Oberbuchsitten p. 78, pl. 5, fig. 4.  
 1894. *Chlamys vitrea* Siemiradzki. Fauna kopalna p. 111.

1894. *Pecten vitreus* P. de Loriol. Jura Bernois, Rauracien inférieur p. 56.  
 1896. *Pecten vitreus* P. de Loriol. Jura Bernois, Oxfordien supérieur et moyen, p. 129, pl. XVI, fig. 5—6.  
 1904. *Pecten vitreus* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxfordien supérieur et moyen, p. 229.  
 1906. *Pecten vitreus* Petitclerc. Baume les Dames, p. 46.

Dans les marnes jaune verdâtre glauconifères les moules sont assez communs, mais le test est presque toujours abimé ou bien il n'en reste que des petits débris qui permettent néanmoins de constater la présence de stries très fines, concentriques, qui avec leur forme aplatie, presque arrondie, et leurs courtes oreillettes doivent être rapportées à *Pecten vitreus*.

### **Rhynchonella Monsalvensis Gilliéron.**

(Pl. XXII, fig. 12 à 14).

1873. *Rhynchonella Monsalvensis* Gilliéron. Monsalvens, p. 244, pl. 10, fig. 11—12.  
 1876. *Rhynchonella Monsalvensis* Favre. Oxford. Fribourgeois, p. 67, pl. 7, fig. 6—7.  
 1885. *Rhynchonella Monsalvensis* Haas. Brachiop. Vaudois, p. 99, pl. VIII, fig. 1—4, p. 143.

### **D i m e n s i o n s .**

	a.	b.
Longueur de la coquille	16·5 mm	18 mm
Largeur	18·5 mm	20 mm
Epaisseur	8·5 mm	—

Je n'ai rien à ajouter à l'excellente diagnose de M. Gilliéron. Parmi les exemplaires de Chęciny, quoique peu nombreux, je retrouve les principales variétés de cette espèce très caractéristique, bien que très variable. Les flancs de toutes les formes portent deux plis peu saillants et courts tandis que le nombre des plis sur le sinus est très variable. Parmi les exemplaires trouvés, les uns ne possèdent aucun pli sur le sinus. Les autres en ont un sur la grande valve et deux sur la petite; sur un exemplaire le pli de la grande valve se prolonge jusqu'au voisinage du crochet. Quelques indivi-

des portent enfin deux plis sur la grande valve, auxquels correspondent trois sur la petite.

Gisement: cette forme a été décrite par MM. Gilliéron, Favre et Haas du niveau à *Peltoceras bimammatum*, tandis que le calcaire blanc (couche 1) de Chęciny où je l'ai retrouvée doit être rapporté au niveau à *Peltoceras transversarium*.

*Rhynchonella selliformis* n. sp.

(Pl. XXII, fig. 8 à 11).

Dimensions:

	a	b	c	d
Longueur	24·5 mm	— mm	24 mm	17 mm
Largeur	20·5 mm	22 mm	22 mm	17 mm
Epaisseur (de la base des flancs)	17 mm	16 mm	17·5 mm	13·5 mm
Epaisseur (dans le sinus)	14 mm	12 mm	15·2 mm	11 mm

Coquille que j'appellerai volontiers tétraédrique puisqu'elle présente de tous les côtés un profil nettement triangulaire, un peu plus longue que large, pas trop épaisse, nettement trilobée. La petite valve est fortement bombée, composée d'un lobe médian, allongé, assez étroit, faiblement convexe sur la ligne médiane, et de deux lobes latéraux nettement délimités du lobe médian, courts et fortement déprimés. Les parties latérales de la petite valve sont ornées de deux ou de trois plis assez forts qui commencent tout près du crochet et dont le premier, le plus fort, constitue une carène assez haute qui détermine la limite de la partie latérale du lobe médian. Aux plis de la petite valve correspondent les dépressions au même nombre sur la grande valve qui séparent des plis bien prononcés au nombre de deux, trois ou quatre. Le lobe médian de la petite valve porte deux ou trois plis étroits mais aigus qui commencent tout près du crochet et gagnent en hauteur vers le bord frontal.

La grande valve est peu bombée mais régulièrement convexe sur la ligne médiane avec des flancs fortement déprimés, abaissés, entre lesquels passe le sillon qui prolonge le sinus. Les flancs surmontent le fond du sillon de quelques millimètres (voir les dimen-



sions). Le sinus est large, extrêmement profond et se prolonge jusqu'au voisinage des crochets sur un sillon évasé. Le sillon médian de la grande valve est ordinairement orné de trois plis aigus qui commencent tout près du crochet et correspondent aux dépressions entre les plis de la petite valve. La commissure est droite aux abords du crochet, devient ensuite fortement sinueuse, presque anguleuse à cause des forts plis alternants sur les deux valves, et sur les flancs se recourbe sous un angle droit. Le bord frontal est fortement plissé. Le crochet est petit, aigu, recourbé, dépassant très peu le bombement de la petite valve.

Variations: cette espèce, dont je possède quelques dizaines d'exemplaires, me semble être peu variable. Les variations affectent principalement les rapports des dimensions, mais la forme générale „tetraédrique“ et les caractères des ornements restent sans changement. Le nombre des plis sur les flancs varie de deux à quatre, sur le lobe médian de la petite valve de deux à trois.

Rapports et différences: Cette forme extrêmement caractéristique, reconnaissable même dans des petits fragments, est l'élément le plus abondant de la faune que nous décrivons. Elle se rapproche de la *Rh. fastigata* Gilliéron dont elle diffère pourtant par sa forme générale moins arrondie et par ses ornements beaucoup plus prononcés. Les lobes latéraux se détachent plus nettement du lobe médian dont ils sont séparés par des carènes bien accentuées; les plis sur les flancs sont plus forts, commencent plus près des crochets et sont plus nombreux (jusqu'à quatre). Enfin le lobe médian est orné de deux ou de trois plis, tandis que *Rh. fastigata* ne porte qu'une arête sur la ligne médiane de la petite valve et est tout à fait lisse sur le sillon de la grande valve. *Rh. loxia* Fischer du Jurassique supérieur des environs de Moscou ressemble également à *Rh. selliformis*, mais elle en diffère pourtant essentiellement par sa forme moins allongée, par l'absence de plis sur le lobe médian, terminé en pointe et par ses petites dimensions. Le bord frontal de la *Rh. loxia* n'est pas plissé. *Rh. cynocephala* Richards<sup>1)</sup> provenant de l'oolithe inférieure de l'Angleterre est également très rapprochée de la *Rh. selliformis* et présente les mêmes variations.

<sup>1)</sup> Davidson 1852. British oolitic and liassic Brachiopoda, p. 77, pl. XIV, fig. 10—12.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

***Terebratula bicanaliculata* Zieten (Douvillé).**

S y n o n y m i e.

1830. *Terebratula bicanaliculata* Zieten. Württemberg, p. 54, pl. 40, fig. 5.  
 1837. *Terebratula biplicata* Pusch. Polens Palaeont., p. 21, pl. IV, fig. 1.  
 1859. *Terebratula bicanaliculata* Etallon. Lethaea Bruntr. p. 285, pl. 41, fig. 5.  
 1864. *Terebratula bicanaliculata* v. Seebach. Hannover, p. 89, pl. 2, fig. 2.  
 1871. *Terebratula bicanaliculata* Quenstedt. Brachiopoden, p. 394, pl. 49, fig. 26.  
 1887. *Terabratula bicanaliculata* Douvillé. Brachiopodes jurassiques, p. 82, pl. 3, fig. 1.  
 1889. *Terebratula bicanaliculata* Haas. Brachiopodenfauna, p. 141, pl. XX, fig. 1—11.

D i m e n s i o n s :

Longueur . . . . .	40 mm = 1.
Largeur . . . . .	32 mm = 0·8
Epaisseur . . . . .	24 mm = 0·6

Je rapporte à la *Ter. bicanaliculata* avec MM. Douvillé et Haas les térébratules d'assez grande taille, un peu plus longues que larges „qui présentent dans la région frontale deux plis réguliers, fortement marqués et courts“. Les exemplaires qui proviennent de Chęciny atteignent le maximum de largeur un peu au-dessus du milieu de la longueur. La grande valve est convexe, un peu plus fortement bombée vers le crochet qui est épais, court, fortement recourbé, obliquement tronqué, avec un large foramen. Le deltidium presque recouvert par le crochet est étroit. La petite valve est plus aplatie que la grande avec des flancs fortement déprimés qui forment une commissure sinueuse vers la région frontale. Sur la moitié de la grande valve apparaît un pli médian accompagné d'une dépression assez large de chaque côté. La petite valve porte deux plis bien accentués, plus courts que le pli de la

grande valve; ils bordent une dépression qui gagne vite en profondeur. Le bord frontal est assez large, arrondi, fortement plissé. Les exemplaires de Chęciny ressemblent surtout à la forme décrite et reproduite par Pusch (l. c.) sous le nom de *Ter. biplicata* Sow.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

***Zeilleria* cfr. *bucculenta* Sow.**

(Pl. XXII, fig. 15 et 16).

S y n o n y m i e.

1812. *Terebratula bucculenta* Sowerby. Mineral Conchology, pl. 438, fig. 3—4.  
 1852. *Terebratula bucculenta* Dawidson. Jurassic Brachiopoda, p. 55, pl. XIII, fig. 8.  
 1871. *Terebratula bucculenta* Quenstedt. Brachiopoden, p. 334, pl. XLVI, fig. 79.  
 1886. *Zeilleria bucculenta* Douvillé. Brachiopodes jurassiques, p. 88.  
 1893. *Zeilleria bucculenta* Haas. Brachiopodenfauna, pl. XXII, fig. 7.  
 1896. *Zeilleria bucculenta* P. de Loriol. Jura Bernois. Oxford. supér. et moyen, p. 143, pl. XVII, fig. 16.  
 1904. *Zeilleria bucculenta* P. de Loriol. Jura Lédonien, Oxford. supér. et moyen, p. 267.

D i m e n s i o n s.

Longueur:	17 mm	17·5 mm	16 mm	15 mm	15 mm
Largeur:	12 mm	11 mm	11 mm	12 mm	11·5 mm
Epaisseur:	10 mm	9 mm	10 mm	10 mm	10 mm

Le calcaire blanc renferme de nombreuses *Zeilleria* qui ressemblent en tous points à *Z. bucculenta* Sow., mais qui n'atteignent jamais les dimensions que je trouve attribuées à cette espèce. La coquille est allongée, subpentagonale, assez étroite, atteignant le maximum d'épaisseur tout près des crochets d'où elle s'amincit graduellement vers le bord frontal. Les deux valves sont régulièrement convexes, sans plis ou dépressions, et la grande valve est un peu plus bombée. Le maximum de largeur est un peu au-dessous du milieu de la longueur, plus près du bord frontal, très légèrement rétréci, tronqué, mais faiblement arrondi; la commissure frontale est recti-



ligne, avec une inflexion minimale dans quelques exemplaires. Les commissures latérales sont rectilignes. Le crochet est peu élevé, étroit. De fortes stries d'accroissement ornent la surface de la coquille; elles sont tellement développées sur quelques exemplaires qu'elles leur donnent un aspect lamelleux. Ces petites formes dont, parmi quelques douzaines d'exemplaires, aucune ne dépasse 21 mm. de longueur, possèdent tous les caractères de *Z. bucculenta* Sow. dont ils ne diffèrent que par leur taille beaucoup plus petite.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

### **Pentacrinus subteres Goldf.**

#### S y n o n y m i e.

1831. *Pentacrinus subteres* Goldfuss. Petref. German., pl. 41, fig. 5.

1858. *Pentacrinites subteres* Quenstedt. Jura. p. 656, pl. 80, fig. 104—105.

1857. *Pentacrinus subteres* Oppel. Juraformation, § 80, N° 141.

Je donne la dénomination de Goldfuss aux fragments de tiges des Crinoïdes, tout à fait ronds, avec une surface d'articulation ornée d'un dessin représentant une roue à 5 rayons. Ces fragments sont assez abondants dans le calcaire.

Gisement: calcaire blanc (couche 1) de Chęciny. Oxfordien supérieur (Argovien). Zone à *Peltoceras transversarium*.

En terminant cet aperçu je m'acquitte d'un devoir agréable en remerciant vivement M. St. Kontkiewicz qui a laissé sa collection à ma disposition, M. Rehbindler qui m'a autorisé à profiter de ses déterminations des fossiles bathoniens et M. J. Tur qui m'a prêté son concours pour photographier mes fossiles.

Varsovie. Laboratoire géologique du Musée d'Industrie et d'Agriculture. Mars 1908.

### **Explication des planches.**

#### Planche XXII.

Fig. 1. *Taramelliceras* (*Neumayria*) *Szajnochai* n. sp.

Fig. 2 et 2 a. *Ochetoceras hispidum* Oppel, vue latérale et vue du côté siphonal.

Fig. 3 et 3 a. *Hecticoceras Michalskii* n. sp., vue latérale et vue du côté siphonal.

Fig. 4 et 4 a. *Oppelia Lorioli* n. sp. vue latérale et vue du côté siphonal.

Fig. 5 et 6. *Belemnites Bžoviensis* Zeuschner. 5 et 6 deux exemplaires vus du côté ventral, 5 a et 6 a les mêmes vus du côté latéral.

Fig. 8. *Rhynchonella selliformis* n. sp. variété avec trois plis sur la grande valve, vue: 8 du côté latéral, 8 a du côté de la petite valve, 8 b du côté de la grande valve, 8 c du crochet, 8 d du bord frontal.

Fig. 9. *Rhynchonella selliformis* n. sp. variété avec un pli sur la grande valve, vue: 9 de côté latéral, 9 a du côté de la petite valve. 9 b du crochet.

Fig. 10. *Rhynchonella selliformis* n. sp. variété avec deux plis sur la grande valve, vue: 10 du côté de la grande valve, 10 a du côté de la petite valve.

Fig. 11. *Rhynchonella selliformis* n. sp. variété avec un pli sur la grande valve, vue du côté de la grande valve.

Fig. 12. *Rhynchonella Monsalvensis* Gilliéron, variété avec deux plis sur la grande valve, vue: 12 du côté de la grande valve, 12 a du côté de la petite, 12 b du bord frontal.

Fig. 13. *Rhynchonella Monsalvensis* Gilliéron, variété sans plis sur les valves vue: 13 du côté de la grande valve, 13 a du côté de la petite valve, 13 b du côté latéral, 13 c du bord frontal.

Fig. 14. *Rhynchonella Monsalvensis* Gilliéron, variété avec un pli sur la grande valve vue: 14 du côté de la grande valve, 14 a du bord frontal.

Fig. 15. *Zeilleria* cfr. *bucculenta* Sowerby vue: 15 du côté de la petite valve, 15 a du côté latéral, 15 b du bord frontal.

Fig. 16. *Zeilleria* cfr. *bucculenta* Sowerby, variété lamelleuse vue du côté latéral.

### Ouvrages cités <sup>1)</sup>.

1) 1812. Sowerby. Mineral Conchology of Great Britain and Ireland. London. (Miner. Conchol.)

2) 1826—1844. Goldfuss. Petrefacta Germaniae I—III. (Petref. German.).

3) 1830. Zieten. Die Versteinerungen Württembergs. (Württemberg).

4) 1831. Buch, L. v. Recueil de pétrifications remarquables. (Pétrific. remarqu.).

5) 1836. Roemer. Die Versteinerungen des Norddeutschen Oolithen-Gebirges. (Oolithen-Gebirge).

6) 1837. Pusch G. G.. Polens Palaeontologie. Stuttgart. (Polens Palaeont.).

7) 1843. D'Orbigny A. Paléontologie française. Terrains jurassiques, Vol. I. Céphalopodes. (Céphalopodes).

8) 1849. Quenstedt A. Petrefaktenkunde Deutschlands. Die Cephalopoden. Tübingen. (Cephalopoden).

9) 1852. Davidson Th. A Monograph of British oolitic and liasic Brachiopoda. Palaeontograph. Society. London. (Oolitic Brachiopoda).

10) 1857. Oppel A. Die Juraformation Englands, Frankreichs und des süd-westlichen Deutschlands. Stuttgart. (Juraformation).

<sup>1)</sup> Entre parenthèses je donne les abbréviations, sous lesquelles les ouvrages énumérés sont cités dans le texte du mémoire présent.

- 11) 1858. Quenstedt F. A. Der Jura. Tübingen. (Jura).
- 12) 1859. Etallon A. Lethaea Bruntrutana. (Lethaea Bruntrut.).
- 13) 1862. Oppel A. Ueber Jurassische Ammoniten. Palaeontologische Mittheilungen. Stuttgart. (Pal. Mitth.)
- 14) 1863. Credner H. Ueber die Gliederung der oberen Juraformation und der Wealden-Bildung im nordwestlichen Deutschland (Oberer Jura).
- 15) 1864. v. Seebach K. Der Hannoversche Jura. Berlin. (Hannover).
- 16) 1866. Oppel A. Ueber die Zone des *Ammonites transversarius*. Geogn. palaeont. Beitr. v. Benecke. (Amm. transversarius).
- 17) 1867. Quenstedt A. Handbuch der Petrefactenkunde. II Aufl. (Petrefactenkunde).
- 18) 1869. Waagen W. Die Formenreihe des *Ammonites subradiatus*. Benecke's Geognostisch-Palaeontologische Beiträge. Bd. II. (Amm. subradiatus).
- 19) 1869. Phillips. A Monograph of the British Belemnitidae. Palaeontographical Society, London. (British Belemnitidae).
- 20) 1869. Zeuschner L. Ueber *Belemnites Bzoviensis*, eine neue Art aus dem untersten Oxfordien von Bzow bei Kromolow. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Gesell. Bd. XXI. (Ueber Belemnites Bzoviensis).
- 21) 1870. Roemer F. Geologie von Oberschlesien. (Oberschlesien).
- 22) 1871. Neumayr M. Jurastudien Nr 4. Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst. Bd. 21 (Jurastudien).
- 23) 1871. Quenstedt A. Petrefaktenkunde Deutschlands. Die Brachiopoden. (Brachiopoden).
- 24) 1872. Gemmellaro. Sopra i cephalopodi della zona con *Aspidoceras acanthicum* di Burgilamini (Sicilia).
- 25) 1873. Gilliéron O. Alpes de Fribourg en général et Monsalvens en partie. Matér. pour la carte Géol. de la Suisse (Monsalvens).
- 26) 1873. Waagen W. The jurassic Fauna of Kutch. Ser. XI. The Cephalopoda (Cephalopoda).
- 27) 1874. Brauns D. Der obere Jura im nordwestlichen Deutschland. Braunschweig. (Obere Jura).
- 28) 1875. v. Ammon. Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Passau. (Juraablagerungen).
- 29) 1875. Favre E. Description des fossiles du terrain jurassique de la montagne de Voirons (Savoie). Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Voirons).
- 30) 1875. Neumayr, M. Die Ammoniten der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. Z. d. d. G. G. p. 854 (Systematik d. Ammoniten).
- 31) 1876. Favre E. Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes fribourgeoises. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Oxford. Fribourgeois).
- 32) 1876. Lorient P. de. Monographie paléontologique des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Baden (Argovie) Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Baden).
- 33) 1877. Favre E. La zone à *Ammonites acanthicus* dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie. Mem. Soc. Paléont. Suisse. (Zone à Amm. acanthicus).
- 34) 1878. Bayle. Fossiles principaux des terrains. Explication de la carte géologique de France, vol. IV. Paris. (Fossiles principaux).
- 35) 1880. Favre E. Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes Fribourgeoises. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Tithonique Fribourgeois).



- 36) 1881. Lorient P. de. Monographie paléontologique des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* d'Oberbuchsitten. Mém. Soc. Paléont. Suisse (Oberbuchsitten).
- 37) 1881. Neumayr u. Uhlig. Die Ammonitiden aus den Hilsbildungen Norddeutschlands. Palaeontogr. Bd. XXVII. (Ammonitiden).
- 38) 1881. Steinmann G. Zur Kenntnis der Jura und Kreideformation von Caracoles (Bolivia). N. Jahrb. f. Miner. Blge Bd. I. (Caracoles).
- 39) 1885. Bruder. Die Fauna der Jurabildungen von Hohnstein. Denkschr. d. Akad. d. Wissen. Wien. Bd. 85. (Jurabild. v. Hohnstein).
- 40) 1885. Haas H. J. Etude monographique et critique des Brachiopodes Rhétiens et Jurassiques des Alpes Vaudoises et des contrées environnantes. Mém. Soc. Pal. Suisse. (Brachiopodes Vaudois).
- 41) 1885. Haug E. Beiträge zu einer Monographie der Ammonitengattung Harpoceras. Stuttgart. (Harpoceras)
- 42) 1887. Bukowski Gejza. Ueber die Jurabildungen von Czenstochau in Polen. Beitr. z. Palaeont. Oesterr. Ungarns. Bd. V. (Jura v. Czenstochau.)
- 43) 1887. Douvillé. Sur quelques Brachiopodes du terrain jurassique. Bull. Soc. d. Sciences histor. et natur. de l'Yonne. (Brachiopodes jurassiques).
- 44) 1887. Quenstedt A. Die Ammoniten des schwäbischen Jura. (Ammoniten).
- 45) 1889. Haas H. J. Kritische Beiträge zur Kenntnis der Jurassischen Brachiopodenfauna des Schweizerischen Juragebirges und seiner angrenzenden Landestheile. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Brachiopodenfauna).
- 46) 1890. Grossouvre A. de. Compte rendu de l'excursion de St. Amand. Bull. Soc. Géol. de France. (Excursion de St. Amand).
- 47) 1891. Siemiradzki J. Fauna kopalna warstw oksfordzkich i kimerydzkich w okręgu krakowskim i przyległych częściach Królestwa Polskiego. Pamięt. Akad. Um. w Krakowie. (Fauna kopalna).
- 48) 1892. Lorient P. de. Etude sur les mollusques des couches coralligènes inférieures du Jura Bernois. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Jura Bernois, couches corallig. infér.).
- 49) 1893. Greppin Ed. Etudes sur les mollusques des couches coralligènes d'Oberbuchsitten. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Couches corallig. d'Oberbuchsitten).
- 50) 1893. Choffat P. Description de la faune jurassique du Portugal. Classe des Céphalopodes. Lisbonne. (Céphalopodes).
- 51) 1893. Bonarelli G. Hecticoceras, novum genus Ammonidarum. Bull. Soc. Malacol. Italiana. (Hecticoceras).
- 52) 1893. Retowski O. Die Tithonischen Ablagerungen von Theodosia. Bull. Soc. Natur. de Moscou. (Tithon v. Theodosia).
- 53) 1894. Lorient P. de. Etude sur les Mollusques du Rauracien inférieur du Jura Bernois. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Jura Bernois, Rauracien infér.).
- 54) 1895. Parona C. F. et Bonarelli G. Sur la faune du Callovien inférieur (Chanasien) de Savoie. Chambéry. (Callovien inférieur).
- 55) 1896. Lorient P. de. Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'oxfordien supérieur et moyen du Jura Bernois. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Jura Bernois, oxford. supér. et moyen).
- 56) 1898. De Riaz A. Description des Ammonites des couches à *Peltoceras transversarium* (oxfordien supérieur) de Trept (Isère) Paris. (Trept.).

57) 1898—99. Loriol P. de. Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien inférieur ou zone à *Ammonites Renggeri* du Jura Bernois. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Jura Bernois, Oxfordien inférieur).

58) 1899. Siemiradzki J. Monographische Beschreibung der Ammonitengattung *Perisphinctes*. Palaeontogr. (Perisphinctes).

59) 1900. Loriol P. de. Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien inférieur ou zone à *Ammonites Renggeri* du Jura Lédonien. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Jura Lédonien, Oxfordien inférieur).

60) 1902—1904. Loriol P. de. Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura Lédonien. Mém. Soc. Paléont. Suisse. (Jura Lédonien, Oxfordien supérieur et moyen).

61. 1906. Petitetlerc P. Le Callovien de Baume les Dames. Vesoul. (Baume les Dames).

31. *W sprawie żywienia się Azotobaktera. — Zur Ernährung des Azotobacters.* Note de Mme **HÉLÈNE KRZEMIENIEWSKA** présentée par M. E. Godlewski m. t.

Eingehende Untersuchungen über den Mineralstoffbedarf des Azotobacters wurden bisher nur von Gerlach und Vogel<sup>1)</sup> vorgenommen. Diese Autoren sind zu dem merkwürdigen Resultate gekommen, daß für Azotobakter zwar Phosphorsäure und Kalk nicht aber Kali notwendig ist. Dieses in der Ernährungsphysiologie der Pflanzen einzig dastehende Resultat über die Entbehrlichkeit des Kalis für einen Pflanzenorganismus muß um so größere Bedenken erwecken, als aus den Angaben der Autoren nicht zu entnehmen ist, daß sie der Möglichkeit einer Verunreinigung ihrer Nährlösungen mit Kali hinreichend Rechnung getragen haben. Es ist ja neuerlich von Benecke<sup>2)</sup> nachgewiesen worden, daß schon äußerst geringe Spuren von Kalisalzen, welche mit gewöhnlichen Reagentien nicht zu entdecken sind, hinreichen können, um die Entwicklung der Bakterien zu veranlassen.

Es war demnach wünschenswert, die Versuche von Gerlach und Vogel unter strikter Befolgung der von Benecke angegebenen Vorsichtsmaßregeln zur Garantierung der Reinheit der Nährlösungen kritisch zu wiederholen. Diese Aufgabe habe ich im agrikulturchemischen Laboratorium der Universität in Krakau unter-

<sup>1)</sup> Centralblatt f. Bakt., Abt. II, Bd. X, S. 636.

<sup>2)</sup> Bot. Ztg., 1907, H. 1.

nommen und will hier vorläufig über einige Versuche, welche die Irrtümlichkeit der Angaben von Gerlach und Vogel über die Entbehrlichkeit des Kalis für Azotobakter zeigen, ganz kurz berichten. Ich erfülle bei dieser Gelegenheit eine angenehme Pflicht, indem ich dem Direktor des Institutes, Herrn Prof. Godlewski (sen.), auf dessen Anregung diese Versuche ausgeführt wurden, meinen verbindlichen Dank ausspreche.

Bei sämtlichen Versuchen wurden, sowohl bei der Destillation des Wassers, wie bei der Herstellung der Nährlösungen, wie endlich bei den Kulturen selbst, ausschließlich Geräte aus Jenaer Glas verwendet. Glykose wurde ebenfalls in solchen Gefäßen aus umkristallisiertem Rohrzucker hergestellt. Die Grundnährlösung enthielt 0.25g  $\text{MgSO}_4$ , 0.25g  $\text{CaHPO}_4$  und 15g Traubenzucker pro Liter.

Die Versuche wurden in großen Erlenmeyer'schen Kolben an- gestellt. Jede Kolbe erhielt 100 cem Nährlösung. Die Kulturen waren im Thermostat bei 28° C. gehalten. Vor der Impfung waren die Nährlösungen dreimal in strömendem Dampf sterilisiert. Zur Impfung benutzte man Reinkulturen aus Agarplatten.

Es mögen einige Versuche angeführt werden.

I. 4 Kolben mit je 100 cem Lösung, von denen 2 mit 8.7 mg  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 2 andere mit 7.1 mg  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (einer 0.001 Normallösung entsprechend) beschickt waren, wurden nach der Sterilisation geimpft. Am 4 Tage nach der Impfung waren die Lösungen in den Kolben mit Kali deutlich getrübt, während die Lösungen in den Kolben ohne Kali vollkommen klar blieben. Nun wurden die Kolben ohne Kali abermals mit Azotobakter geimpft; ungeachtet dessen blieben aber die Lösungen in denselben bis zum Schlusse des Versuches vollkommen klar. Um einen Maßstab für die Entwicklung des Azotobakters zu gewinnen, habe ich am Schlusse des Versuches die Abnahme des Zuckergehaltes in den Lösungen bestimmt. Es zeigte sich, daß in der Lösung mit Kali 102 mg, respekt. 132 mg Zucker vom Azotobakter verbraucht wurde, während in der Lösung ohne Kali der Zuckergehalt unverändert blieb. Die Zunahme an Stickstoff betrug in der Lösung mit Kali 0.72 mg, respekt. 0.68 mg. Da die Entwicklung des Azotobakters sehr stark durch Humus gefördert wird <sup>1)</sup>, so habe ich, um höhere Zahlen zu erhalten, noch einige Versuche mit Zugabe von neutralem humussaurem Natron

<sup>1)</sup> S. Krzemieniewski. Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, 1907, S. 746.



angestellt. Dasselbe war in üblicher Weise aus Ackererde ausgezogen, durch mehrmalige Lösung in Natron, Fällung und Waschen gereinigt und mittels frisch aus Natrium bereiteten Natriumhydroxyds in humussauren Natron verarbeitet. Die Menge der verwendeten Humussubstanz betrug etwas weniger als 0.1 g pro 100 ccm Nährlösung. Die Nährlösungen mit, resp. ohne Kalizusatz wurden sterilisiert, geimpft und 10, resp. 9 Tage im Thermostat bei 28° C gehalten und dann auf Stickstoff und einige auch auf Zucker analysiert.

Die Analysen ergaben folgende Resultate:

	N - Zunahme in mg.				Zucker verbrauch in mg
Versuchsdauer 10 Tage					
mit Kali	1) 6.21	2) 7.49	3) 3.01	Mittel 5.57	
ohne Kali	1) 0.77	2) 1.19	3) 1.05	„ 1.00	
Versuchsdauer 9 Tage					
mit Kali	1) 5.60	2) 4.98	3) 6.58	„ 5.73	1) — 2) — 3) 836
ohne Kali	1) 1.26	2) 1.26	3) 1.89	„ 1.47	1) — 2) 278 3) —

Bei diesen Versuchen, wie es wegen der unvermeidlichen Spuren von Kali in dem zugesetzten humussauren Natron vorherzusehen war, hat sich auch in den Kolben ohne Kalizusatz Azotobakter entwickelt, doch zeigen die angeführten Zahlen, daß in den Lösungen ohne Kalizusatz sowohl die Stickstoffzunahmen als auch der Zuckerverbrauch bei weitem geringer blieben als in den Lösungen mit Kalisalzen, demnach tritt auch hier die hohe Bedeutung des Kalis für die Azotobakterentwicklung deutlich zutage.

Versuche mit längerer Dauer und Versuche mit verschiedenen Kalimengen sind im Gange und ich werde darüber in meiner ausführlichen Arbeit berichten.

Hier möge noch erwähnt werden, daß auch Versuche über die Vertretbarkeit der Kalisalze durch Rubidiumsalze angestellt wurden, und zwar mit negativem Erfolge. In den Nährlösungen ohne Humus, welchen statt  $K_2SO_4$  eine äquivalente Menge von  $Rb_2SO_4$  zugesetzt wurde, blieb die Entwicklung des Azotobakters vollständig aus und war in den Lösungen mit Humus sogar schwächer

als ohne Rubidiumzusatz; die Analyse ergab gar keine Stickstoffzunahme. Demnach hat sich im Gegensatze zu den anderen hierauf untersuchten Bakterien und Pilzen aus den Untersuchungen ergeben, daß das Rubidium bei der Ernährung des Azotobaktters das Kalium nicht zu vertreten vermag.

Krakau, im Mai 1908.

---

32. *Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XIII.—  
Revue critique de la flore de la Galicie. XIII partie.  
Mémoire de M. HUGO ZAPĄŁOWICZ m. c.*

La partie présente comprend la fin de Ranunculaceae. On y décrit une quantité de nouvelles variétés et formes. Citons les formes hybrides nouvelles suivantes:

*Pulsatilla nigricans* × *patens*. *J. Janczewskii* m. Exempla herbarii numero 8, florentia et deflorata, 14–22 cm alta, sericeo villosa; rhizoma 1–3 scapos agens; folia basalia sub anthesin paulo evoluta, ambitu ad formam rotundam inclinantia, simpliciter pinnata, pinnae bi rarius unjugae, foliola pinnatipartita, laciniae cuneatae plerumque profunde trifidae, lacinulae fissae incisae vel integrae; laciniae foliorum involucralium lineares acuminatae saepissime planae et superne plus aut minus fissae; flos rubicundo violaceus, subpendulus vel erectiusculus, styli rubicundi, sepala 6, recta, evidenter patentia vel subpatentia rarius paulo campanulato conniventia, subaequalia elliptica vel magis oblonga 26–31 mm longa 9·5–12·5 mm lata.

In collibus calcareis Krzemionki prope Cracoviam et in Podgórze (Krupa, Kulezyński).

*for. pluriscapa*: rhizoma 4 scapos nutriens.

Podgórze (Krupa).

Sepalis subpatentibus rectis Pulsatillae patenti praecipue var. *krzemionkiensi* respondens, sed lacinii involucri acuminatis saepissime planis et apice fissis, foliis basalibus pinnatis angustisectis et flore pro parte subpendulo Pulsatillae nigricanti proprior.

A *P. nigricanti* flore saepius erectiusculo, sepalis rectis, foliis basalibus simpliciter pinnatis 1–2 jugis facile distinguitur.

*Pulsatilla supernigricans*  $\times$  *patens*. *P. tarnoviensis* m. Exemplum florens 18 cm altum. Folia basalia parum evoluta bipinnata angustisecta aequae ac folia involucralia ut in *P. nigricanti*; sepala oblonga circ. 21—24 mm longa 10 mm lata apice revoluta, styli non colorati; flos erectus, sepala fere patentia et dilute rubicundo violacea.

Proxima *Pulsatillae nigricanti*, sed flore erecto et sepalis latioribus fere patentibus dilute rubicundo violaceis diversa et *Pulsatillae* patenti similior.

Krzyż prope Tarnoviam (Berdau).

*Ranunculus aconitifolius*  $\times$  *acer*. *R. Klukii* m. Exemplum florens 38 cm altum; folia basalia in petiolis ad 26 cm longis, distincte trisecta, ambo foliola lateralia profunde bipartita propterea folia ad summam pedato 5 partita, segmenta elliptica minore ex parte ovato rhombea inaequaliter serrata, intermedia pro parte leviter trifida; caulis glaber inferne ac medio aphyllus, in 34 cm altitudinis ramosus, 5 florus, ibidem folio diminuto 5 partito, paulo superius altero 3 partito, ambobus subtus adpresso pilosis fultus; pedunculi crassiusculi adpresso pilosi; petala 5, alba, obovata, 8·5—9·5 mm longa 5·5—6·5 mm lata, fovea nectarifera margine posteriore in squamam oblongam producta.

In regione mughii inferiore montis Giewont Tatrorum, a Berdau lectus.

Foliis basalibus et toto habitu aequae ac squama foveali posteriore *R. aconitifolio* respondens, sed foliis basalibus sectis, pedunculis crassiusculis, adpresso pilosis et petalis eis formae genuinae *R. aconitifolii* saltem minoribus, *R. acris* proprior.

Sec. Kotula (l. c.) occurrunt ambae species in regione indicata Tatrorum frequenter.

*Ranunculus acer*  $\times$  *montanus*. *R. Gilibertii* m. Exempla 3; rhizoma crassiusculum breve saepius obliquum, fibris crassis instructum; caulis 28—30 cm altus, 2—3 florus, cum petiolis subadpresso pilosus, in uno exemplo inferne fere glaber; folia basalia manifeste longe petiolata, petioli 7—20 cm longi, folia ad 6·5 cm lata, palmatim 5 partita, laciniae cuneiformes 2—3 fidae et partim inciso paucidentatae, lacinulae lineari lanceolatae vel lanceolatae acutae vel obtusiusculae, folia caulina digitato partita, laciniae lineares vel oblongo lineares divergentes; pedunculi teretes, petala 5, aurea, late obovata, 11 mm longa 9·5 mm lata, fovea nectarifera margine anteriore in squamam minutam producta; receptaculum apice hispidum, carpella



obovata compressa carinata cum rostro brevissimo circ. 0.3 mm longo apice paulo uncinato 3.5 mm longa.

In regione mughii inferiore montis Rohacz Mały Tatrorum, a Kotula lectus.

Statura elatiore, indumento, foliis basalibus eis *R. montani* fere duplo latioribus, 5 partitis illis *R. acris* var. *latisecti* similibus, manifeste longe petiolatis et carpellis brevissime rostratis *R. acri* prior; squama foveali minuta et receptaculo apice hispido *R. montano* respondens.

Sec. Kotula crescunt ambae species in regione indicata Tatrorum frequenter.

Exemplum quartum, in regione mughii superiore vallis Mała Łąka Tatrorum a Kotula lectum, 20 cm altum, inferne magis patente pilosum, tricaule, caulibus 2—3 floris, foliis basalibus ut supra, petalis maioribus 14.5 mm longis 10 mm latis, squama foveali minuta, carpellis (immaturis) verisimiliter paulo longius rostratis et receptaculo apice hispido, evidenter huc pertinet sed ad *R. montanum* magis accedit.

*Thalictrum simplex*  $\times$  *flavum*. *T. Andrzejowskii* m. Exemplum sine parte infima, 0.65 m altum, maturum; planta evidenter elata; panícula pyramidalis ovata 27 cm longa 15 cm lata subdiffusa, carpella ellipsoidea vel ovoidea 1.5—2 mm longa costata, costis acutiusculis numero 10; caulis angulatus leviter sulcatus, folia ambitu triangulari ovata decrescendi bipinnata, foliola foliorum inferiorum ad 26 mm longa subrotunda vel obovata pro parte basi paulo cordata antice triloba, lobis 2—3 dentatis, foliorum supremorum oblongo cuneata triloba lobis acutis partim lanceolata et plerumque integra; stipellae nullae, auriculae vaginarum ovato oblongae lacerae.

In Cygany distr. Borszczów Galiciae orient. australis, ubi *Thalictrum simplex* et *T. flavum* occurrit, a Błocki lectum et *Thalictro simplici* var. *latisecto* Neilr. subiunctum.

Inflorescentia paniculata et carpellis *Thalictro simplici*, foliis *Thalictro flavo* respondens.

---

33. *Badania nad układem limfatycznym kijanek. Część II. — Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven. II Teil.* Mémoire de M. H. HOYER m. c.

In der vorläufigen Mitteilung vom Jahre 1905 hatte ich in allgemeinen Zügen die Verteilung der Lymphgefäße bei Froschlarven von mittlerer Größe (26 mm) beschrieben. Seit jener Zeit habe ich meine Untersuchungen über die Entwicklung des Lymphgefäßsystems fortgesetzt, und zwar sowohl an jüngeren und älteren Larven von *Rana temporaria* als auch an Froschlarven verschiedener anderer Arten. Auf Grund dieser Studien ist es mir nunmehr möglich, etwas Genaueres über die erste Entwicklung der Lymphgefäße überhaupt und über die Umwandlung der Lymphgefäße in Lymphsäcke mitzuteilen.

Soweit sich bei Larven die Lymphgefäße injizieren ließen, habe ich mich zu ihrer Darstellung der Injektionsmethode bedient. An jüngeren Stadien konnte der Verlauf der Lymphgefäße nur auf Serienschnitten verfolgt werden. Indem ich stufenweise zu den jüngsten Stadien überging, gelangte ich zu Bildern, welche auf die erste Anlage des Lymphgefäßsystems schließen lassen.

Obwohl die Zellen bei *R. temporaria* größer sind als bei *Bufo*, erwies sich letztere Spezies wegen der geringeren Menge von Dotterelementen in den Zellen für die vorliegende Untersuchung geeigneter.

Die ersten Lymphgefäße treten erst dann auf, wenn das Blutgefäßsystem bereits angelegt ist. Die jüngsten Froschlarven, an welchen ich die erste Anlage des Lymphgefäßsystems beobachtet habe, besaßen eine Länge von 4·5 mm und entsprachen Larven, welche zwischen dem 8. und 9. Stadium der Bestimmungstabelle von Adler 1901 für *Bufo vulgaris* stehen. Die äußeren Kiemen waren an den Larven in ihrer Anlage eben erst erkennbar. Das mesenchymatische Gallertgewebe beginnt sich erst zu bilden. Auf Querschnitten durch solche Larven sieht man dasselbe in größerer Menge nur auf der Ventralseite des Kopfes, auf der Dorsalseite der Schwanzwurzel und im freien Flossensaum des Schwanzes angehäuft, in anderen Körpergegenden, so z. B. am Rumpf, wird das Integument nur durch eine äußerst dünne Schicht von Mesenchym

von den Myomeren getrennt. Die Vornierenkanälchen werden bereits von reichlichen venösen Gefäßen (den „Sinusoids“ Minots) umgeben, welche das Blut aus den hinteren Kardinalvenen sammeln und in die weiten Ductus Cuvieri überführen. Von dem venösen Geflecht der Vornieren zweigt sich ein kurzes venöses Gefäß ab, welches an der Außenfläche der Myomeren aufsteigt und dann unter einem Winkel dorsal- und kaudalwärts abbiegt. Es ist dies die Vena vertebralis anterior.

An dieser Vertebralvene macht sich unmittelbar über ihrer Einmündung in die Vornierenvenen ein kleines Bläschen von der Form einer Spindel bemerkbar (siehe die Figur). Die Wände des Bläschens bestehen aus zwei Zellschichten. Die innere bildet die unmittelbare Fortsetzung der Endothelschicht der Venen, die äußere besteht aus abgeflachten sternförmigen Zellen, deren Fortsätze sich mit den spärlichen sternförmigen Elementen des Mesenchyms verbinden. Die äußere Wand des Bläschens liegt der inneren fast dicht an, so daß zwischen beiden Wänden nur ein spaltförmiger Binnenraum vorhanden ist, der mit der Lichtung der Vertebralvene zusammenhängt. An mehreren Präparaten von verschiedenen Larven dieses Stadiums konnte ich feststellen, daß das obere Ende des spindelförmigen Bläschens spitz auslief. Die Spitze wurde von einer einzelnen Zelle gebildet, deren verbreitertes Ende dem Bläschen aufsaß und ausgehöhlt war, während ihr zugespitztes Ende in das Mesenchymgewebe hineinragte und solid war.

Bei etwas älteren Larven von 6 mm Länge tritt das Bläschen viel deutlicher zutage, da sich das Gallertgewebe um dasselbe bereits vermehrt hat. Das Bläschen selbst hat sich vergrößert und hat einen größeren Binnenraum erhalten, welcher mit der Vertebralvene in weiter Kommunikation steht. In demselben liegen meist mehr oder weniger zahlreiche rote Blutkörperchen. Die Wände des Bläschens sind dicker geworden und lassen in ihrer äußeren Schicht einzelne quergestreifte Muskelfibrillen erkennen. Besonders deutliche, sich in verschiedenen Richtungen kreuzende quergestreifte Muskelfibrillen sind an Flächenschnitten durch die Bläschenwände sichtbar. Färbt man die Präparate mit geeigneten Kernfarbstoffen, wie Thionin, so werden in der unmittelbaren Umgebung des Bläschens, besonders in dessen Wand zahlreiche Mitosen sichtbar, während dieselben in dem übrigen Gallertgewebe weit spärlicher anzutreffen sind. Die Elemente des Bläschens befinden sich offenbar



in einer lebhafteren Vermehrung als diejenigen des benachbarten Gewebes.

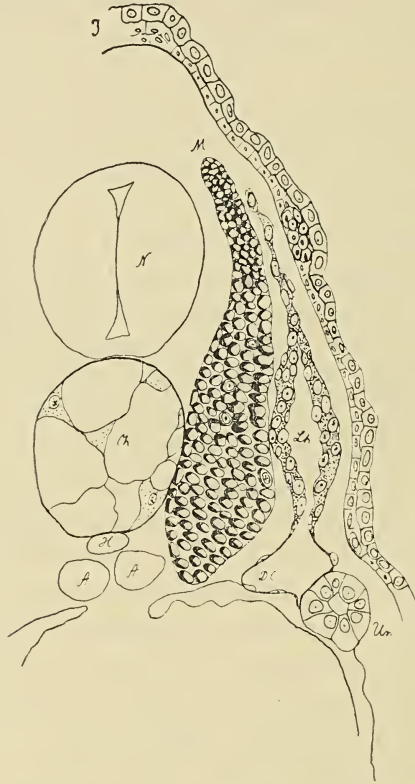
Der Umstand, daß die äußeren Zellen der Bläschenwand quergestreifte Muskelfibrillen enthalten und die inneren Zellen mit den Endothelzellen der Vertebralvene in unmittelbarem Zusammenhang stehen, führt zu dem Schlusse, daß das Bläschen ein Lymphherz darstellt. Dies ist auch unzweifelhaft der Fall, denn das Bläschen findet sich an eben dieser Stelle zu beiden Seiten des Körpers bei allen folgenden Larvenstadien bis hinauf zum erwachsenen Frosch, woselbst es uns als vorderes Lymphherzenpaar seit J. Müller und Panizza bekannt ist. An lebenden Larven macht sich das vordere Lymphherzenpaar bereits ziemlich frühzeitig bemerkbar, und zwar als kleiner Höcker, welcher dorsal- und etwas kaudalwärts von der Vorniere zu beiden Körperseiten gelegen ist. Solange bei den Larven noch äußere Kiemen bestehen, lassen sich an den Lymphherzen nur mit Mühe einzelne Zuckungen wahrnehmen. Deutliche rhythmische Kontraktionen werden erst sichtbar, sobald die äußeren Kiemen zu schwinden beginnen. Zu der gleichen Zeit machen sich auch Klappen am Herzen bemerkbar, und zwar eine Klappe an dem in das Herz führenden Lymphgefäß und eine zweite an der Mündung des Herzens in die Vene. Dieselben haben bereits in ihrer Anlage die Form, wie ich sie in den hinteren Lymphherzen der erwachsenen Frösche 1904 beschrieben habe. Nach dem Auftreten der Klappen sind in den Lymphherzen höchstens nur noch vereinzelte rote Blutkörperchen zu finden. In späteren Entwicklungsstadien vergrößern sich die vorderen Lymphherzen bedeutend. Sie behalten ihre ursprüngliche Lage auf dem zweiten Muskelsegment bis zur Metamorphose bei. Wenn sich dann die knöchernen Wirbel ausgebildet haben, liegen sie bekanntlich hinter dem Querfortsatze des dritten Wirbels. Ihre Wand besteht aus Endothel und einer sehr deutlichen Schicht von quergestreiften Muskeln.

Die hinteren Lymphherzen treten, wie wir unten sehen werden, erst viel später auf.

Field 1901 ist, soweit es mir möglich war, festzustellen, der einzige Forscher, welcher gelegentlich seiner Untersuchungen über die Entwicklung der Vorniere von dem Bläschen, aus dem sich später das Lymphherz bildet, eine Notiz nimmt und dasselbe auch ziemlich ausführlich beschreibt. Über die Bedeutung desselben vermag Field jedoch nicht einmal eine Vermutung auszusprechen.

Den Befund Fields führt dann Gaupp in der Anatomie des Frosches (1899, S. 380) an.

Es wurde oben erwähnt, daß die vorderen Lymphherzen ursprünglich eine Spindelform besitzen und die freie Spitze der Spindel von einer teilweise ausgehöhlten Zelle gebildet ist. In einem



Querschnitt durch eine Larve von *Bufo viridis* von 5 mm Länge. Lh vorderes Lymphherz, DC Anfangsteil des Ductus Cuvieri, welcher aus dem Urnierenplexus hervorgeht. Nach oben zu, wo das Lymphherz beginnt, liegt der Anfangsteil der Vena vertebralis ant. Un Vorniere AA Aorta, H Hypochorda, Ch Chorda, N Nervensystem, M Myomeren, I Integument.

Präparat einer Serie von *Bufo* fand ich die freie Spitze der Spindel zu einem langen Strange ausgezogen, welcher fast bis zum oberen Rande der Myomeren reichte und aus großen aneinandergereihten Zellen bestand (siehe die Figur). Bei Larven von 6 mm Länge und darüber sieht man an eben dieser Stelle bereits ein Gefäß mit einer

deutlichen Lichtung, welches bei seiner Mündung in das Lymphherz alsbald durch eine Klappe verschlossen wird. An Larven von 5—6 mm Länge ist der weitere Verlauf dieses Gefäßes an Serienschnitten schwer zu verfolgen, wohl aber ist dies an etwas älteren Larven von 10—12 mm Länge möglich. Die Lymphgefäße sind an solchen sogar ohne Injektion so deutlich sichtbar, daß es mir gelungen ist, von einer Schnittserie ein Plattenmodell herzustellen.

Das Lymphgefäß spaltet sich hinter dem Lymphherzen alsbald in zwei Gefäße. Das eine wendet sich über dem Lymphherzen bogenförmig nach dem Kopfe zu, während das andere sich sogleich in zwei Äste teilt, welche kaudalwärts verlaufen. Das vordere, dem Kopfe zustrebende Lymphgefäß verläuft in gerader Richtung bis zum hinteren Rande des Ohrbläschens und wendet sich dann zur Seite des Kopfes, wo es sich in 2 Äste teilt. Der eine Ast dringt in die Tiefe bis zum Blutherzen und verläuft dann an dessen Seiten nach vorn und unten, der andere Ast nimmt seinen Weg an den Seitenteilen des Kopfes unmittelbar unter der Haut. Dieses letztere Gefäß erweitert sich sehr bald zu einem umfangreichen Lymphsinus, welcher in den Lymphsinus an der Unterseite des Kopfes unmittelbar übergeht. Mit letzterem verbindet sich auch jenes am Blutherzen entlang laufende Gefäß. Durch Erweiterung entstehen dann an der Unterseite des Kopfes jene weiten Lymphsinus, deren Anordnung ich bereits in dem ersten Teile meiner Arbeit 1905 beschrieben habe. Das andere Lymphgefäß, welches aus der ersten Teilung gleich hinter dem Lymphherzen hervorgeht, teilt sich, wie erwähnt, sogleich in zwei Äste, welche ihre Richtung nach dem Schwanze zu nehmen. Der eine Ast verläuft in der Furche zwischen den Myomeren und der Wölbung des Bauches geradeaus nach hinten und weiterhin auf dem ventralen Rande der Myomeren bis an die Schwanzspitze, der andere wendet sich sogleich dorsalwärts und verläuft auf dem dorsalen Rande der Myomeren ebenfalls bis zur Schwanzspitze. Auf Querschnitten durch frühe Larvenstadien sowie an den Serienschnitten, nach denen das Plattenmodell angefertigt worden ist, sind zwischen den Myomeren sowohl auf der Dorsal- als auch auf der Ventralseite des Schwanzes die Querschnitte von zwei nebeneinander liegenden Lymphgefäßen sichtbar. Ursprünglich verlaufen also zwei Lymphgefäße auf der Dorsal- und der Ventralseite des Schwanzes parallel nebeneinander. An Querschnitten durch den Schwanz von älteren Larven findet sich an den genannten Stellen



nur je ein Lymphgefäß. Auch habe ich bei älteren Larven, bei denen es möglich ist, die Lymphgefäße durch Injektion darzustellen, immer nur je ein Lymphgefäß beobachtet, welches allerdings sehr geschlängelt verläuft und zuweilen auf seinem Verlaufe eine Masche bildet. Aus diesen Beobachtungen schließe ich, daß die Lymphgefäße jeder Körperseite sich ursprünglich ganz selbständig und unabhängig voneinander entwickeln und daß später erst eine Vereinigung und Verschmelzung derselben eintritt.

In meiner ersten Arbeit 1905 habe ich die vorderen, dem Kopfe zustrebenden Lymphgefäßstämme *Ductus cephalici*, die hinteren am Rumpf entlang laufenden *Ductus thoracici* genannt. Da die vorderen Stämme, wie ich mich auf Grund weiterer Untersuchungen und auf Grund der Untersuchungen meiner Schüler überzeugt habe, sehr frühzeitig und bei verschiedenen Gruppen von Wirbeltieren konstant auftreten und sich bezüglich ihrer Lage nicht wesentlich verändern, so sind dieselben als die Hauptstämme anzusehen, welche die Lymphe vom Kopf und Hals sammeln. Sie entsprechen meiner Meinung nach den aus der menschlichen Anatomie bekannten *Trunci jugulares*. Solange eine eingehende vergleichende Untersuchung derselben nicht durchgeführt ist, mögen diese Hauptstämme die Bezeichnung *Ductus cephalici* weiter führen.

Die Bezeichnung *Ductus thoracici* für die hinteren Stämme muß ich jedoch jetzt nach meinen neueren Erfahrungen aufgeben. Sie sind dem *Ductus thoracicus* der Säuger nicht homolog.

Bei Froschlarven mittlerer Größe stellen die jederseits in der Furche zwischen Rumpfmymomeren und Abdomen verlaufenden Lymphgefäße, die ich früher *D. thoracici* genannt habe, ansehnliche Stämme dar, in welche außer zahlreichen kleinen Lymphgefäßen das dorsale und das ventrale Schwanzgefäß einmündet. Bei Larven, bei denen die hinteren Extremitäten sich auszubilden beginnen, bleiben diese Rückenstämme in ihrem Wachstum zurück; bei Larven endlich, welche in der Metamorphose stehen, sind dieselben durch Injektion nur noch mit Mühe nachzuweisen; dieselben schwinden entweder oder sie werden in den großen dorsalen Lymphsack mitaufgenommen.

Welche Gefäße bei Batrachierlarven als *Ductus thoracici* zu betrachten sind, kann ich zur Zeit, bevor ich noch nicht alle Gebiete des Lymphgefäßsystems genauer durchgearbeitet habe, nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Will man darüber genaueren Aufschluß

erhalten, so müssen die Lymphgefäße im Innern des Körpers berücksichtigt werden.

Schon bei jungen Froschlarven lassen sich durch Injektion Lymphgefäße in der Bauchhöhle darstellen, welche unmittelbar neben den hinteren Kardinalvenen verlaufen. Sie nehmen ihren Ursprung jederseits aus der Gegend der vorderen Lymphherzen und verlaufen kaudalwärts bis zu der Stelle, wo der Fettkörper entsteht und wo das Mesenterium seine Anheftungsstelle besitzt. Dort vereinigen sich die beiderseitigen Gefäße zu einem einzelnen, welches dann nach hinten zwischen den Urnieren weiter verläuft. Von der Stelle, wo die beiden Gefäße sich vereinigen, steigt jederseits ein Gefäß zum Oesophagus aufwärts und verbindet sich mit dem anderseitigen an der Durchtrittsstelle des Oesophagus durch das die Kiemenhöhle von der Bauchhöhle trennende Septum. Aus dieser Anastomose geht wahrscheinlich der spätere Sinus perioesophageus hervor. Von der Anlage desselben nehmen auch die embryonalen Lungen versorgenden Lymphgefäße ihren Ursprung. Ferner gehen von der Vereinigungsstelle der Gefäße an der Anlage des Fettkörpers und der Wurzel des Mesenteriums mehrere Lymphgefäße ab, welche in das spiralig aufgewundene Mesenterium bis zum Darm aufsteigen. Es sind dies die embryonalen Chylusgefäße.

Aus jenen die V. cardinales begleitenden Lymphgefäßen geht an ihrer Vereinigungsstelle an der Wurzel des Mesenteriums höchst wahrscheinlich die cisterna grande Panizzas oder der Sinus subvertebralis der neueren Autoren hervor. Derselbe vergrößert sich während der Metamorphose wohl hauptsächlich auf Kosten der sich stark erweiternden Chylusgefäße.

Wenn wir mit dem Namen Ductus thoracicus dasjenige Gefäß bezeichnen, welches vornehmlich die Lymphe aus dem Darm und den inneren Organen des Körpers aufnimmt und in die Venen leitet, dann wären jene oben beschriebenen Lymphgefäße, welche die V. cardinales posteriores begleiten, noch am ehesten als Ductus thoracici aufzufassen <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Goette 1875 war anfangs geneigt, die Hypochorda als die Anlage des subvertebralen Lymphgefäßstammes, womit er offenbar den Ductus thoracicus meint, anzusehen. In einem späteren Kapitel seines Werkes gibt er diese Annahme wieder auf, weil er sich inzwischen überzeugt hat, daß die Hypochorda im Anfange der zweiten Larvenperiode atrophiert und schwindet. Da auch alle späteren Autoren, welche sich mit der Untersuchung der Hypochorda beschäftigt haben,

Die von mir früher als *Ductus thoracici* bezeichneten Gefäße, welche in der Furche zwischen den Rumpfmymeren und der Wölbung des Bauches verlaufen, müssen daher jetzt anders benannt werden. Ich möchte für dieselben die Bezeichnung *Trunci lymphatici laterales corporis* vorschlagen. Bei niederen Wirbeltieren scheinen dieselben konstant vorhanden zu sein, bei höheren entweder gar nicht oder höchstens vorübergehend zur Entwicklung zu kommen. Bezüglich der Anordnung und der weiteren Vervollkommnung des Lymphgefäßsystems bei Froschlarven sei auf die Beschreibung in meiner ersten Mitteilung 1905 verwiesen, welche ich wiederholt kontrolliert und für richtig befunden habe. Nur meine dermaligen Angaben hinsichtlich der hinteren Lymphherzen bedürfen einer genaueren Auseinandersetzung.

Es wurde oben erwähnt, daß sich von dem venösen Geflecht der Vornieren die *Vena vertebralis anterior* abzweigt, welche an den Rumpfmymeren aufsteigt und sich dann in schräger Richtung nach hinten und oben wendet. In diese Vene mündet das vordere Lymphherz. Eine entsprechende und ähnlich verlaufende Vene tritt auch beiderseits am Schwanzansatz der Froschlarven auf. Dieselbe ist von Goette 1875 bereits beschrieben und als *Vena vertebralis posterior* bezeichnet worden. Dieselbe zweigt sich von dem hinteren Abschnitt der Jakobson'schen Vene ab (bei *R. temporaria* auf dem 9. Myomer), steigt in dem Myocomma bis zum Winkel desselben aufwärts, biegt dann unter einem rechten Winkel kaudalwärts ab und verläuft unter der Seitenlinie horizontal nach hinten. Während die vordere Wirbelvene sich nur über 3 Myomeren erstreckt, reicht die hintere über 7—8. In dieselbe münden auf ihrem Verlaufe von den dorsalen und ventralen Myomerenabschnitten, aber in den Myocommata liegende segmentale Venenäste ein. Von Oehl 1891 wird die hintere Vertebralvene beim erwachsenen Frosch beschrieben, jedoch als Ausführungsgang des hinteren Lymphherzens bezeichnet. Derselbe soll nach ihm in die *Vena transversa* münden und an seiner Mündung den Charakter und das Aussehen einer Vene haben, in seinem distalen Abschnitte aber mehr einem Lymphgefäß gleichen. In meiner Arbeit über die hinteren Lymphherzen 1904 trat ich der Ansicht von Oehl entgegen und behauptete, daß die 4 von

zu ähnlichen Resultaten wie Goette gelangen, so muß irgend welche Beziehung zwischen der Hypochorda und dem Lymphgefäßsystem ausgeschlossen werden.



mir beobachteten hinteren Lymphherzen in nur kurze Venenäste münden, welche sich alsbald zu einem gemeinsamen, in die *V. ischiadica* mündenden Stamme vereinigen. Jossifow 1904 behauptet, daß die zur Femoralvene führende Vene sowie Äste aufweist, als am Lymphherz Bläschen vorhanden sind. Nach Favaro 1906 gibt es bei Larven von *Hyla* an der Schwanzwurzel „un tratto venoso non sempre continuo“, welchen er nicht näher beschreibt.

Um eine bessere Vorstellung von dem späteren Schicksal der Vene zu erhalten, habe ich dieselbe an Froschlarven durch die Metamorphose hindurch verfolgt. Bei Froschlarven, bei denen der Schwanz nur noch als kurzer Stummel vorhanden ist, ist die *V. vertebralis post.* als ein kurzes Gefäß am hinteren Körperende noch in ähnlicher Lage wie bei geschwänzten Larven vorhanden. Dasselbe entspringt in der Höhe des Ansatzes des Schwanzstummels und mündet neben der *V. transversa* in die *V. ischiadica* ein. Auf der Vertebralvene liegen die hinteren Lymphherzen. Die Myomeren des Schwanzstummels befinden sich noch in der früheren Anordnung, haben sich aber verkürzt und sind dicht mit Pigment bedeckt. Beim erwachsenen Frosch bleiben dieselben Verhältnisse bestehen, nur fehlt der Schwanzstummel. Die *V. vertebralis* nimmt ihren Ursprung von der Spitze des *Os coccygis*, verläuft schräg nach unten und vorn, nimmt die Lymphe aus den hinteren Lymphherzen auf und mündet bei *R. temporaria* in die *V. ischiadica*. Die Myomeren des Schwanzstummels sind gänzlich resorbiert, nur das Pigment ist noch geblieben und stellt eine ansehnliche Anhäufung um und hinter den Lymphherzen dar. Im übrigen wird der Raum, in welchem die Lymphherzen liegen, von Fettmassen ausgefüllt, welche die Vertebralvene bis auf ihr distales Ende vollkommen verdecken. Die Fett- und Pigmentmassen werden von zahlreichen venösen Gefäßen durchsetzt, welche gleichsam ein Geflecht zu bilden scheinen und im allgemeinen die Richtung des Hauptgefäßes einhalten. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Plexus durch Zusammenrücken der erwähnten Segmentaläste der Vertebralvene entstanden ist. Die *Vena vertebralis post.* bleibt sonach beim erwachsenen Frosche bestehen und stellt sich ebenso wie die vordere Vertebralvene vornehmlich als Ableitungsgefäß der Lymphe aus den hinteren Lymphherzen dar.

Die hintere Vertebralvene legt sich bereits frühzeitig an und ist an Schnitten durch Larven von 10—12 mm Länge ganz deut-

lich zu verfolgen. An derselben entwickeln sich nun die hinteren Lymphherzen. Goette 1875 war der erste, welcher bei Froschlarven aus der letzten Zeit der ersten Larvenperiode d. h. vor der Nahrungsaufnahme, das hintere Lymphherz als kleines rotes pulsierendes Bläschen beobachtet hat <sup>1)</sup>. Ein ebensolches hat Jourdain 1898 beobachtet. Weliky 1886 beschreibt bei 2—3½ cm langen Froschlarven 2—3 hintere Lymphherzen jederseits. Jossifov 1904 spricht von 4 hinteren Lymphherzen jederseits, welche beim erwachsenen Frosch durch Konfluenz oder Atrophie auf 2 oder 3 reduziert werden. Favaro 1906 verweist bezüglich der hinteren Lymphherzen auf die Arbeiten von Weliky und Jossifov.

Die hinteren Lymphherzen entwickeln sich, wie ich bereits früher 1905 bemerkt habe, viel später als die vorderen, und zwar sobald die hinteren Extremitäten bei den Larven sich anzulegen beginnen. 15 mm lange Larven von *Bufo viridis*, bei denen die Extremitätenanlage als kleine Erhöhung am Schwanzansatz sichtbar ist, bieten auf Querschnitten dasselbe Bild der Entwicklung der hinteren Lymphherzen dar, wie Larven von 6 mm Länge von den vorderen Lymphherzen. Über der Vertebralvene erhebt sich ein kleines abgeflachtes und längliches Bläschen, an welchem die Wandungen bereits deutlich sichtbar sind. Mit dem einen Ende hängt dasselbe durch einen weiten Kanal mit der Vertebralvene zusammen, mit dem anderen setzt es sich in ein Lymphgefäß fort. Der Endothelbelag der Vene geht auf den Kanal über und kleidet das Bläschen aus. Die äußere Wand des Bläschens bilden embryonale Muskelzellen, in denen vereinzelte quergestreifte Muskelfibrillen deutlich zu erkennen sind. Im Innern des Bläschens liegen rote Blutkörperchen. Am vorderen Lymphherzen habe ich ein noch früheres Entwicklungsstadium beobachtet, in welchem die Muskelfibrillen noch nicht erkennbar waren. Es ist anzunehmen, daß auch das hintere Lymphherz ein solches Stadium durchläuft. Bei 15 mm langen Larven ist das eben beschriebene Lymphherz das einzige auf jeder Seite des Körpers. Die übrigen hinteren Lymphherzen bilden sich

<sup>1)</sup> Bei *Bombinator*, welcher von Goette untersucht worden ist, scheint, so weit ich festgestellt habe, sich nur ein hinteres Lymphherz zu entwickeln. Auch bei erwachsenen Exemplaren habe ich makroskopisch nur ein großes Lymphherz jederseits aufgefunden.

in dem Maße, als die Larven wachsen. Bei Larven, deren hintere Extremität bereits entwickelt ist, sind stets 3 Herzen jederseits sichtbar, welche in einer Reihe der V. vertebralis post. aufsitzen. Das vierte scheint sich noch später zu entwickeln. Zwar habe ich die Entwicklung der weiteren Lymphherzen nicht näher verfolgt, doch ist anzunehmen, daß sich dieselben in derselben Weise wie das erste durch Ausstülpung aus der Vene entwickeln. Bezüglich der Größe der Herzen walten die verschiedensten Möglichkeiten vor, bald ist das erste das größte, bald das kleinste. Sehr oft habe ich die Lymphherzen vom ersten zum letzten an Größe abnehmen sehen. Eine Konfluenz oder Atrophie der Herzen, wie dies Jossifov 1904 behauptet, scheint mir nicht vorzukommen. Wohl aber werden bei verschiedenen Anurenarten die Lymphherzen in verschiedener Anzahl angelegt.

Sobald die hinteren Lymphherzen sich entwickelt haben, tritt auf den Myomeren des Schwanzansatzes um die Herzen herum ein feines Lymphgefäßnetz auf, welches sich allmählich immer mehr ausbreitet und schließlich an dem oberen und dem unteren Rande der Myomeren sich mit dem dorsalen und dem ventralen Lymphgefäß des Schwanzes in Verbindung setzt. Dieses Gefäßnetz ist von Langer 1868 und mir 1905 ausführlich beschrieben worden. Aus dem Netze, dessen Maschen im allgemeinen nach den Herzen zu konvergieren, bildet sich, wie ich bereits früher hervorgehoben habe, ein stärkeres Lymphgefäß heraus, welches dem horizontalen Teile der Vertebralvene parallel verläuft und in den hinteren Abschnitt der Trunci laterales corporis mündet. Das Schicksal dieses Lymphgefäßes während der Metamorphose und beim erwachsenen Frosch ist mir nicht bekannt.

Wenn die hinteren Lymphherzen sich entwickelt haben, werden die beiden Vasa lymphatica lateralia corporis, welche die Lymphe ursprünglich aus dem hinteren Körperabschnitt den vorderen Lymphherzen zugeführt hatten, größtenteils entbehrlich und entwickeln sich daher auch nicht weiter. Von diesem Zeitpunkt an beginnt die Bildung der Lymphsäcke, auf welche ich nunmehr noch etwas genauer eingehen will. Ranvier 1896 hatte behauptet, daß die subkutanen Lymphsäcke der Frösche sich aus ursprünglich einfachen Lymphgefäßen entwickeln. Die Richtigkeit der Behauptung Rانviers bestätigte bereits Fr. Goldfinger 1907 an der hinteren Extremität des Frosches. Auch ich kann für die Behauptung Ran-



viere einen neuen Beweis anführen, und zwar an der Entwicklung des *Saccus lateralis corporis*.

Bei Larven mittlerer Größe wird, wie aus Fig. 2 meiner Arbeit vom Jahre 1905 ersichtlich ist, die seitliche Bauchwand von oben und teilweise auch von hinten von dem *Vas lymphaticum laterale corporis* und von vorn zum Teil noch vom *Ductus cephalicus* umgeben. Von diesen Gefäßen gehen einzelne Äste ab, welche ursprünglich nur wenig verzweigt über die Wölbung des Bauches verlaufen. Mit der Zeit verzweigen sich diese Äste stärker und treten durch Anastomosen miteinander in Verbindung. In dieser Weise entsteht an der seitlichen Bauchwand ein Gefäßnetz mit unregelmäßigen großen Maschen. Kurz vor der Metamorphose macht sich inmitten desselben ein Lymphgefäß deutlicher bemerkbar, welches im oberen Drittel der seitlichen Bauchwand dem *Vas lymphaticum laterale* parallel verläuft. Dasselbe verbindet sich hinten mit dem *Vas lymphaticum laterale*, vorne mit dem *Ductus cephalicus* oder mit einem Aste desselben und ist an seinen Enden dicker als in der Mitte. Sehr bald erweitert sich das Gefäß an seinen Enden noch mehr, während sich in seinen mittleren Abschnitten ein Geflecht von dicken und dicht gedrängten Gefäßen ausbildet. Mit bloßem Auge betrachtet, stellt es sich als ein breiter Gefäßstreifen dar. Auf einem noch etwas späteren Entwicklungsstadium ist der Gefäßplexus durch Einschnmelzung der Gefäßwände fast schon zu einem einheitlichen breiten Sinus geworden, dessen oberer Rand ziemlich glatt, der untere dagegen stark ausgefranst ist. Letzteres ist ein Zeichen, daß hier die Sinusbildung noch weiter geht. Durch Neubildung von Gefäßen, Verbreiterung derselben und Einschnmelzung der Gefäßwände entsteht schließlich ein einheitlicher Raum, welcher beim erwachsenen Frosche als *Saccus lateralis* bezeichnet wird. Der Prozeß der Sinusbildung läßt sich bereits an nicht injiziertem und nur in Formalin konserviertem Materiale beobachten, sobald man an den Larven die Haut vorsichtig abpräpariert. Die Gefäße heben sich durch trübes Aussehen von dem pigmentierten Untergrunde ziemlich deutlich ab. Viel deutlicher und schöner treten die Gefäße an Froschlarven zutage, die mit einer Aufschwemmung von Chromgelb injiziert sind. Eine künstliche Erweiterung der Gefäße durch den Injektionsdruck ist hierbei gänzlich ausgeschlossen, da dieselben sich von selbst füllen, sobald man eine Quantität von Chromgelb in die Lymphsäcke an

der Ventralseite des Kopfes einführt. Nachdem Ranvier 1896 die Entwicklung der Lymphsinus an der Schwimmbaut und am Darm, Frl. Goldfinger an der hinteren Extremität und ich am Bauche beobachtet habe, ist anzunehmen, daß sich alle Lymphsäcke des Froschkörpers in der gleichen Weise entwickeln.

Überblicken wir den Entwicklungsprozeß der Lymphgefäße, wie derselbe sich auf Grund der neueren Arbeiten darstellt, so ist zunächst festzustellen, daß das Lymphgefäßsystem sich später als das Blutgefäßsystem entwickelt. Es deutet dies bereit Goette 1875, S. 514 an, obwohl er sich über die Entwicklung der Lymphgefäße keineswegs im Klaren war. Da die Lymphgefäße bei einer Tiergruppe wie den Batrachiern, bei denen dieselben so außerordentlich ausgebildet sind, sich später als die Blutgefäße entwickeln, so ist daraus zu schließen, daß das Lymphgefäßsystem phylogenetisch jünger ist als das Blutgefäßsystem.

Fernerhin können wir konstatieren, daß die Lymphgefäße sich aus dem Venensystem heraus entwickeln, was Frl. Sabin 1902 für Säuger, Favaro 1906 für Fische annimmt.

Berücksichtigen wir weiterhin die Art und Weise, in welcher sich die Lymphgefäße entwickeln, namentlich das Auftreten der vorderen Lymphherzen an der vorderen Vertebralvene sowie der Lymphgefäße, welche aus dem Lymphherzen hervorgehen, so kann man sich dem Gedanken nicht verschließen, daß das Lymphgefäßsystem eben an diesen Stellen symmetrisch auf beiden Körperseiten seinen Anfang nimmt und sich von dort aus über den ganzen Körper verbreitet. Als wichtige, diese Ansicht stützende Tatsachen hebe ich aus der vorliegenden Arbeit hervor: Die weite offene Kommunikation des sich entwickelnden Lymphherzens mit der Vene, die anfänglich mit einer kegelförmigen Zelle endigende freie Spitze des spindelförmigen Lymphherzens, welche sich später zu einem Zellstrange verlängert und sich schließlich zu einem Lymphgefäß umbildet, ferner die rege Zellvermehrung im Gebiete des sich entwickelnden Lymphherzens und schließlich die Entwicklung der zwei auf den Kanten der Myomeren einander parallel verlaufenden Lymphgefäße. Weitere Beweise für den zentralen Ursprung der Lymphgefäße und ihr Auswachsen nach der Peripherie will ich in einer gesonderten Arbeit zu geben versuchen und möchte hier nur noch die ausgezeichneten Untersuchungen von Frl. Sabin 1902, 1904 an Schweinsembryonen anführen, welche ebenfalls

für den zentralen Ursprung der Lymphgefäße sprechen. Eine derartige Entwicklungsweise der Lymphgefäße würde auch mit der der Blutgefäße gut übereinstimmen. Allerdings muß man dann, wie dies Ranvier, Sabin und in neuerer Zeit auch viele andere Autoren tun, annehmen, daß die Lymphgefäße ein System von Röhren bilden, welche an ihren Enden geschlossen sind.

Für die Entwicklung der Lymphgefäße scheinen die venösen Gefäße in der unmittelbaren Nachbarschaft der Ductus Cuvieri in erster Linie in Betracht zu kommen. Ob an der Mündung der Lymphgefäße in die Venen Lymphherzen vorhanden sind oder nicht, hängt wohl von der Art der Blutzirkulation und den Respirationsverhältnissen der betreffenden Tiergruppe ab, wie letzteres Jossifow 1905 richtig anführt. Eine bloße Erweiterung der Lymphgefäße vor ihrer Einmündung in die Venen als Lymphherz zu bezeichnen, wie dies Sabin tut, halte ich nicht für richtig.

Da die Kaudalherzen bei Fischen und die hinteren Lymphherzen bei Batrachiern sich zu einer Zeit entwickeln, wenn die Verbindungen der Lymphgefäße mit den Venen im vorderen Körperabschnitt schon längere Zeit bestanden haben, so darf man dieselben wohl als sekundäre Erwerbungen auffassen. Dieselben erleichtern die Zirkulation der Säfte im Körper, beteiligen sich aber nicht unmittelbar an der Entwicklung des Lymphgefäßsystems. Auch scheinen die Kaudalherzen bei Fischen für das Leben nicht unbedingt notwendig zu sein, wie dies nach Jossifow 1905 Robin und Jossifow selbst an Fischen beobachtet haben, denen die Schwanzspitze samt dem Kaudalherzen abgebissen war, die sich aber trotzdem wie normale Tiere verhielten.

In der vorliegenden Mitteilung habe ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen nur kurz zusammengestellt, in betreff aller Einzelheiten muß ich auf meine ausführliche Arbeit verweisen, mit deren Abfassung ich bereits beschäftigt bin.

Institut für vergleichende Anatomie in Krakau.

---



34. *O powstawaniu flory w fizyologicznym worku spojówkowym u noworodków. — Über die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen.* Mémoire de M. **EDM. ROSENHAUCH**, présenté par M. N. Cybulski m. t.

Der Konjunktivalsack steht als eine nach außen freigeöffnete Stelle sozusagen in unmittelbarem Kontakt mit der Außenwelt und ist deshalb für Bakterien leicht zugänglich. Zahlreiche Untersuchungen, die sich mit der Flora des physiologischen Bindehautsackes bei Erwachsenen beschäftigten (Heinersdorf, Rymowicz, Örtzen, Bach, Felser, Fernandez, Fick E., Gasparrini, Lachowicz, Lawson, Mc Kee, Staderini, Wolkowitsch) führten zu der bereits allgemein angenommenen Ansicht, daß der normale Konjunktivalsack als regelmäßige oder doch fast regelmäßige Bewohner zwei Mikrobenarten enthält: Xerosebazillen und nicht pathogene oder schwachpathogene weiße Staphylokokken (Axenfeld). Alle anderen Bakterienarten, die von verschiedenen Autoren beschrieben werden, wie z. B. Pneumokokken, Staphylococcus aureus, Diplobazillen, Influenzabazillen, Sarcinen, gehören nicht zu den regelmäßigen Bewohnern des physiologischen Konjunktivalsackes und kommen nur als Nebenfunde gelegentlich vor, je nach der Umgebung, den äußeren und persönlichen Verhältnissen.

Den physiologischen Konjunktivalsack der Neugeborenen untersuchten, soviel ich auf Grund der äußerst genau durch Axenfeld zusammengestellten Literatur urteilen konnte, nur drei Autoren: Walthard, Koblack und Cramer. Alle drei fanden die Bindehaut des normalen Neugeborenen gleich nach der Geburt keimfrei, wie nicht anders zu erwarten war. Die Besiedelung soll aber in den ersten Tagen nach der Geburt erfolgen; nach dem 6. Tage waren einzelne Mikroben immer nachzuweisen (Cramer), vom zehnten Tage ab reichlicher. Hatte bei oder nach der Geburt eine Reizung stattgefunden (Öffnung der Lidspalte bei der Geburt, Einträufelung mit Argentum nitricum, Protargol u. a.) so war die Besiedelung reichlicher und trat relativ früher ein.

Footo gibt an, daß er bei Kindern 50%, bei jungen Leuten 33%, bei alten Leuten 30% sterile Konjunktiven gefunden habe.

Die Fragen, mit denen man sich in bisherigen Untersuchungen beschäftigt hatte, lauten also: Ist der Konjunktivalsack unmittelbar nach der Geburt keimfrei? Wann erfolgt die Besiedelung? Finden wir den Konjunktivalsack bei Kindern öfter keimfrei, als bei älteren Personen und in welchem Verhältnis?

In vorliegender Arbeit will ich die bisherigen Resultate kontrollieren, die Zeit, in welcher die Besiedelung des physiologischen Bindehautsackes erfolgt, genauer bestimmen, die Arten der im physiologischen Bindehautsack während der ersten Tage nach der Geburt vorkommenden Mikrobenarten bezeichnen, das Verhältnis der Bindehautflora der Neugeborenen zur Bindehautflora älterer Personen erklären. Um diese Fragen zu beantworten, galt es vor allem, eine genaue Untersuchungsmethode zu wählen, und da es sich um bakteriologische Untersuchungen handelt, war die Wahl des Nährsubstrates das Wichtigste.

### Die Untersuchungsmethoden.

Von großer Bedeutung für die Bestimmung des Keimgehaltes des Bindehautsackes ist die Art, auf welche wir das Material entnehmen. Morax träufelte in den Konjunktivalsack Bouillon oder verflüssigte Gelatine ein, sog nachher mit steriler Pipette die Flüssigkeit ab und übertrug sie auf den Nährboden, Błagoweszczeński wischte die Bindehaut mit einem sterilen Schwämmchen aus, welches pulverisiert und nachher auf den Nährboden übertragen wurde. Axenfeld rät über die ektropionierte Bindehaut des Unterlides mit einer sterilen Platinöse herüberzufahren, wobei Vorsicht geboten ist, daß weder die Lidwinkel, noch die Lidränder, noch die Karunkel, wo immer eine größere Keimzahl sich vorfindet, mit der Platinöse in Berührung gerate. Wir wählten die letztgenannte Methode, da sie sich als die leichteste und zugleich als zuverlässigste erwies.

Die von Morax und Błagoweszczeński angegebene Methode gibt uns zwar die Möglichkeit, das Material von einer größeren Oberfläche zu entnehmen, als dies bei dem Axenfeld'schen Verfahren der Fall ist, man kann aber um so leichter die Lidränder oder die Karunkel berühren und zu falschen Resultaten gelangen. Die Methode von Morax besitzt, wie es bereits Axenfeld bemerkte, auch diese Unbequemlichkeit, daß sie sozusagen nur leise

Mikroorganismen von der Bindehaut wegspült. Es ist aber eine bekannte Tatsache, daß verschiedene Bakterien wie z. B. die Xerosebazillen besonders gern desquamierenden Epithelien anhaften und daß sie erst durch die mit etwas stärkerem Druck geführte Öse leichter und in größerer Zahl mitgerissen werden können.

Den zweiten und noch wichtigeren Teil bildet bei den Untersuchungen des Keimgehaltes der Bindehaut die Wahl des Nährbodens. Die Staphylokokken wachsen, wie bekannt, auf allen Nährböden gut. Die Xerosebazillen gedeihen auf gewöhnlichen Nährböden äußerst kümmerlich oder überhaupt gar nicht. Für diese Mikroben eignet sich am besten Loefflerisches Blutserum oder Serumagar.

Auf denselben Nährsubstraten wachsen die Pneumokokken, Diplobazillen von *Morax-Axenfeld* und *Diplobazillus Petit*.

Bei der Durchsicht der Tabelle zur Differentialdiagnose der im Bindehautsack sich vorfindenden Mikroben <sup>1)</sup>, gelangte ich zu der Überzeugung, daß fast alle diese Mikroorganismen auf erstarrtem Blutserum aufgehen. Diesen Nährboden wählten wir auch zu unseren Untersuchungen.

Unser Verfahren war zunächst wie folgt: Um den Konjunktivalsack unmittelbar nach der Geburt zu untersuchen, trachtete ich nach Möglichkeit, sofort, nachdem das Kind den Scheidekanal verlassen hatte, seine Lider mit einem sterilen Wattebäuschchen vom anhaftenden Schleim zu reinigen. Nachher wurde das nach der Axenfeldschen Methode gewonnene Material zum Teil zu Präparaten verwendet, zum Teil auf Blutserum übertragen. Unser Verfahren wiederholten wir in derselben Weise zehn Tage hindurch, indem wir jeden Tag, ungefähr um eine und dieselbe Stunde das Material entnahmen. Auf diese Weise untersuchte ich 20 Neugeborene: 10 im Sommer (in den Monaten Mai — Juni), und 10 im Winter (in den Monaten Dezember — Januar). In jeder dieser Serien wurden 5 Neugeborene untersucht, denen kein Protargol in den Konjunktivalsack eingeträufelt wurde, 5 nach Protargol-Einträufelung. Ich muß aber hervorheben, daß in den letztgenannten Fällen die erste Materialentnahme gleich nach der Geburt stattfand und erst später ein Tropfen einer 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Protargollösung eingetropfte wurde.

In der Frauenklinik in Krakau träufelt man in den Konjunki-

<sup>1)</sup> Axenfeld: Bakteriologie in der Augenheilkunde. Jena, G. Fischer. 1907.



valsack eines jeden Neugeborenen einen Tropfen einer 10% Protargollösung ein. In der Literatur begegnete ich der Ansicht, daß wenn wir die Bindehaut eines Neugeborenen reizen (mit Argentinum nitricum, Protargol u. a.) die Besiedelung der Bindehaut reichlicher wird und relativ frühzeitiger beginnt (Cramer).

Um sich von der Richtigkeit dieser Anschauung zu überzeugen, mußte man zunächst eine Reihe von nicht gereizten, vollkommen normalen Konjunktiven untersuchen. Da ich zu meinen Untersuchungen fast ausschließlich solche Neugeborene wählte, deren Mütter keine krankhaft veränderten Genitalien aufwiesen, ging der Direktor der Frauenklinik, Prof. Rosner, im Interesse exakter Untersuchungen darauf ein, in 10 Fällen von der in Seiner Klinik eingeführten Maßregel abzustehen, und erlaubte mir, 10 Neugeborene zu untersuchen, denen durch 10 Tage kein Protargol in den Bindehautsack eingetropft wurde. Er erlaubte es mir auch deshalb, weil das der Bindehaut entnommene Material sofort untersucht wurde; hätten sich auch nur „verdächtige“ Keime gezeigt, so konnte man noch an demselben Tage mit entsprechender Therapie einschreiten. Für diese Erlaubnis spreche ich hiemit Herrn Prof. Rosner meinen innigsten Dank aus.

Das Material wurde also, wie gesagt, vor allem auf Loefflerisches Blutserum übertragen, das nachher in einen Thermostat (37° C) gestellt wurde. Im Brutofen verweilten die Kulturen durchschnittlich 9 bis 10 Tage. Es zeigte sich öfters, daß manche Mikrobenkolonien (hauptsächlich Xerosebazillen) erst nach 7, manchmal nach 8 Tagen sichtbar wurden. Wenn wir nur eine Kolonie beobachteten, wurde ein Teil zur Anfertigung von Präparaten, ein anderer zur Übertragung auf verschiedene Nährböden verwendet. Die Präparate wurden nach der Gramschen Methode gefärbt (Nachfärbung mit Fuchsin).

In der Winterserie war unser Verfahren dasselbe, mit der Ausnahme, daß wir zur ersten Übertragung kein Loefflerisches Blutserum, sondern Blutwasserserum verwendeten. Das letztere wurde auf folgende Weise zubereitet: man mischte  $\frac{2}{3}$  Ochsenblutserum mit  $\frac{1}{3}$  destilliertem Wasser, nachher wurde die Flüssigkeit filtriert (Chamberland); das weitere Verfahren gleicht vollständig der Zubereitung des Loefflerischen Serums. Auf dem Blutwasserserum gedeihen die im Bindehautsack angetroffenen Mikroben ebenso wie auf dem Loefflerischen Serum. Das erstere verdient jedoch

den Vorzug, weil es heller, mehr durchsichtig ist, was sich zur Beobachtung kleiner Kolonien besser eignet.

War ein Keim isoliert und hatten wir uns von der Reinheit seiner Kultur überzeugt, so kam das Tierexperiment. Wir gebrauchten dazu: Meerschweinchen und Kaninchen. Bakterien von einer Reinkultur wurden in die Bindehaut eingerieben oder verdünnt mittels einer Pravatzschen Spritze in die Vorderkammer des Auges eingeführt. Der Einstich der Nadel gelangte immer in den oberen und hinteren Kornealquadranten, was bei Kaninchen wichtig ist, bei denen das dritte Lid bei ähnlichen Experimenten im Wege steht, wenn wir in einen anderen Abschnitt der Hornhaut die Nadel einführen wollen. Zeigten sich bemerkenswerte Reaktionsercheinungen, so wurde das Auge bakteriologisch untersucht, um festzustellen, ob die Infektion durch absichtlich eingeführte Mikroben oder durch zufällige Verunreinigung hervorgerufen wurde.

#### Eigene Beobachtungen.

Um Wiederholungen vorzubeugen, werde ich nur die selteneren bakteriologischen Befunde genauer beschreiben. In der polnischen Ausgabe dieser Arbeit wird bei jedem Falle der Mikrobefund genau angegeben und das Verhalten der gefundenen Organismen auf verschiedenen Nährböden genau beschrieben. Hier beschränke ich mich bloß auf die Angabe einiger Daten betreffs der Mütter der zur Untersuchung gelangten Neugeborenen, der Art der Entbindung u. dergl.

Die Präparate wurden mit Anilin-Farben gefärbt und in jedem Falle außerdem auch nach der Grammschen Methode.

Die Untersuchungen teilte ich in zwei Serien: eine Sommer- und eine Winter-Serie. Die erste fiel in die Monate Mai und Juni, die andere in Dezember und Januar. In jeder Serie waren 10 Fälle, von denen 5 ohne irgendwelche Einträufelung, 5 mit Einträufelung einer 10% Protargollösung in den Konjunktivalsack untersucht wurden. Von der Bindehaut eines jeden Neugeborenen entnahm ich jeden Tag, 10 Tage hindurch, das nötige Material, so daß mir zusammen über 200 Untersuchungen zu gebote standen.

1. Fall. Baran Marie, 26 Jahre alt, Erstgebärende, keine abnorme Scheidenabsonderung, Dauer der Geburt (II. Periode) einige Stunden, die Geburt verlief normal durch Naturkräfte, Schädel-lage. Die Bindehaut des Neugeborenen blaß.

2., 3., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 14., 15., 16. und 19. Fall.  
Daten fast analog wie im ersten Fall.

4. Fall. Bieda Marie, 26 Jahre, Erstgebärende, ohne abnorme Scheidenabsonderung, Dauer der Geburt (II. Periode) 8 Stunden, Zangengeburt, eklamptische Anfälle, Schädellage. Die Bindehaut des Neugeborenen blaß.

13. Fall. Dubska Stefanie, Gesichtslage (sonst ähnlich wie im ersten Fall).

17. Fall. Armata, 33 Jahre, Erstgebärende, schmutzige, ziemlich reichliche Scheidenabsonderung (aus welcher am zweiten Tage nach der Geburt *Streptococcus pyogenes* gezüchtet wurde), Dauer der Geburt (II. Periode) 10 Stunden, Zangengeburt, Schädellage. Bindehaut des Neugeborenen blaß.

13. Fall. Zastępska, 37 Jahre, dritte Schwangerschaft, ohne abnorme Scheidenabsonderung, Dauer der Geburt (II. Periode)  $\frac{1}{2}$  Stunde, Querlage, Wendung mit nachfolgender Extraktion. Die Bindehaut des Neugeborenen blaß.

20. Fall. Knapczyk, 21 Jahre, Erstgebärende (*nephritis interstitialis*, *status praeecclampticus*) schleimig eitrige Scheidenabsonderung, Dauer der Geburt (II. Periode) 10 Stunden, Zangengeburt, Schädellage. Bindehaut des Neugeborenen blaß.

Zunächst werden die Untersuchungsergebnisse zusammengestellt. Ich unterlasse die genaue Beschreibung aller gefundenen Mikrobenarten, da sie in der Mehrzahl der Fälle längst Bekanntes darstellen, und will bloß bemerken, daß nur diese Keime „pyogen“ genannt wurden, die sich beim Tierexperiment als wirklich „pyogen“ erwiesen haben.

Sommerserie ohne Protargol-Einträufelung<sup>1)</sup>.

1. Fall.

A. (unmittelbar nach der Geburt) bakteriologische Untersuchung negativ.

B. (24 Stunden nach der Geburt) isoliert wurde: *Micrococcus catarrhalis*.

C. (3. Tag nach der Geburt) isoliert wurde: *Staphylococcus albus non pyogenes non liquefaciens*.

<sup>1)</sup> Die pathogenen Mikroorganismen sind mit spaz. Lettern bezeichnet.



*D.* (4. Tag nach der Geburt).

*E.* (5. " " " " ).

*F.* (6. " " " " ).

*G.* (7. " " " " ).

*H.* (8. " " " " ).

*I.* (9. " " " " ).

*K.* (10. " " " " ).

dasselbe wie unter *C.*

## 2. Fall.

*A.* (unmittelbar nach der Geburt) bakteriologische Untersuchung negativ.

*B.* *Staphylococcus albus* n. p. n. l.

*C.* *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

*D.* und *E.* wie unter *C.*

*F.* b. xerosis.

*G.*, *H.*, *I.*, und *K.*, wie unter *C.*

## 3. Fall.

*A.* bakteriologische Untersuchung negativ.

*B.* b. xerosis.

*C.* b. xerosis, *staphylococcus albus* n. p. n. l.

*D.* wie unter *C.*

*E.* b. xerosis, *micrococcus catarrhalis liquefaciens*.

*F.* b. xerosis.

*G.* und *H.* b. xerosis, *staphylococcus albus* n. p. n. l.

*I.* u. *K.* *staphylococcus albus* n. p. n. l.

## 4. Fall.

*A.* bakteriologische Untersuchung negativ.

*B.* *staphylococcus albus* n. p. n. l.

*C.* *staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

*D.* b. xerosis.

*E.*, *F.*, *G.*, *H.* und *K.* b. xerosis, *staphylococcus albus* n. p. n. l.

Sommerserie. Mit Protargol-Einträufelung.

## 5. Fall.

*A.* bakteriologische Untersuchung negativ.

*B.* *C.* *D.* *Staphylococcus albus* n. p. n. l.

*E.*, *F.*, *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

G. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis, *Streptococcus non pyogenes liquefaciens*.

H. b. xerosis, *Streptococcus non pyogenes, liquefaciens*.

I., K., *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

6. Fall.

A. bakteriologische Untersuchung negativ.

B. *Staphylococcus albus* n. p. n. l.

C. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

D. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., *micrococcus catarrhalis*.

E., F., G., H., I., K. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis

7. Fall.

A. bakteriologische Untersuchung negativ.

B. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., *staphylococcus citreus* n. p. n. l.

C., D. *Staphylococcus albus* n. p. n. l.

E., F., G. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

H. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., *Streptococcus non pyogenes liquefaciens*. Patientin verließ die Klinik am 8. Tage nach der Entbindung auf eigenes Verlangen.

8. Fall.

A. bakteriologische Untersuchung negativ.

B., C. *Staphylococcus albus* n. p. n. l.

D., E., F., G. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

H., I., K. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., *diplobacillus liquefaciens* Petit.

9. Fall.

A. bakteriologische Untersuchung negativ.

B., C. b. xerosis.

D., E. b. xerosis, *staphylococcus albus* n. p. n. l.

F. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis, *staphylococcus aureus liquefaciens*.

G., H., I., K. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

10. Fall.

A. bakteriologische Untersuchung negativ.

B. b. xerosis.

- C., D.* b. xerosis, staphylococcus albus n. p. n. l.  
*E.* Staphylococcus albus n. p. n. l., diplobacillus Morax-Axenfeld.  
*F., G., H., I.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis.  
*K.* Staphylococcus albus n. p. n. l., diplob. Morax-Axenfeld.

Winterserie. Ohne Protargol-Einträufelung.

11. Fall.

- A.* bakteriologische Untersuchung negativ.  
*B., C.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis.  
*D.* Staphylococcus albus n. p. n. l.  
*E., F.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis.  
*G.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis, diplobacillus mitis conjunctivae.  
*H.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis.  
*I., K.* b. xerosis, diplobacillus mitis conjunctivae.

12. Fall.

- A.* bakteriologische Untersuchung negativ.  
*B., C.* Staphylococcus albus n. p. n. l.  
*D.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis, micrococcus catarrhalis.  
*E.* Micrococcus catarrhalis, b. xerosis.  
*F., G., H., I., K.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis, diplob. mitis conjunctivae.

13. Fall.

- A.* bakteriologische Untersuchung negativ.  
*B.* Staphylococcus albus n. p. n. l.  
*C., D., E., F., G., H., I., K.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis, diplob. mitis conjunctivae.

14. Fall.

- A.* bakteriologische Untersuchung negativ.  
*B.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis, sarcina.  
*C.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis.  
*D.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis, diplob. mitis conjunctivae.  
*E., F., G.* Staphylococcus albus n. p. n. l., b. xerosis.



*H. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis, diplobacillus mitis conjunctivae.

*I., K. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis, staphylococcus aureus pyogenes liquefaciens.

15. Fall.

*A. bakteriologische Untersuchung negativ.*

*B. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. subtilis, diplob. mitis conjunctivae.

*C. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

*D., E., F., Staphylococcus albus* n. p. n. l. b. xerosis.

*G. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis, staphylococcus citreus n. p. n. l.

*H. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

*I., K. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis, diplob. mitis conjunctivae.

Winterserie. Mit Protargol-Einträufelung.

16. Fall.

*A. bakteriologische Untersuchung negativ.*

*B., C., D., E. b. xerosis.*

*F., G., H., I., K. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis. conjunctivae.

17. Fall.

*A. bakteriologische Untersuchung negativ.*

*B. b. xerosis, diplob. mitis conjunctivae.*

*C. b. xerosis, staphylococcus albus* n. p. n. l.

*D. b. xerosis, staphylococcus albus* n. p. n. l. diplob. mitis conjunctivae.

*E., F. b. xerosis, staphylococcus albus* n. p. n. l., staphylococcus citreus n. p. n. l.

*G., H., I., K. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

18. Fall.

*A. bakteriologische Untersuchung negativ.*

*B. b. xerosis, diplob. mitis conjunctivae.*

*C. b. xerosis, micrococcus catarrhalis.*

*D., E. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis, micrococcus catarrhalis.

*F., G., H., I., K. Staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

## 19. Fall.

A. bakteriologische Untersuchung negativ.

B. *Staphylococcus albus* n. p. n. l.

C. *Staphylococcus albus* n. p. n. l., bacillus Koch-Weeks.

D., E., F., G., H., I., K., *staphylococcus albus* n. p. n. l. b. xerosis.

## 20. Fall.

A. bakteriologische Untersuchung negativ.

B. *Staphylococcus* n. p. n. l.

C., D., E., F., G., H., I., K. *staphylococcus albus* n. p. n. l., b. xerosis.

Im folgenden will ich ferner drei Keime genauer beschreiben, da ihr Verhalten auf den Nährböden etwas von der bekannten Norm abweicht.

Sommerserie, Fall 3, ohne Protargol-Einträufelung. Am 5. Tage nach der Geburt sah ich im Bindehautsekret unter dem Mikroskop Diplokokken in Gonokokkenform, die sich nach Gramm entfärbten, und Xerosebazillen. Das Sekret wurde auf Loefflerisches Serum übertragen in den Thermostat (37°C.) gestellt. Nach 24 Stunden konnte man auf der Oberfläche des Nährbodens einige weißliche, grobkörnige Kolonien bemerken, deren Rand etwas zackig und hervorgehoben war. Der Nährboden wurde langsam verflüssigt ( $\alpha$ ). Nach 48 Stunden sah man außerdem noch einige Kolonien, deren Aussehen an das der Xerosebazillen sehr erinnerten ( $\beta$ ).

$\alpha$ ). In Präparaten, die von den Kolonien ( $\alpha$ ) gemacht wurden, sah man nach Gramm sich entfärbende Diplokokken, in Gonokokkenform gelegt. Dieser Keim wächst auf schrägerstarrtem Agar schnell, üppig, indem er einen weißen, hervorstehenden Streifen bildet; in Bouillon bildet er einen flockenartigen Satz am Boden und an den Wänden; auf der Oberfläche bildet sich ein feines Häutchen, im hängenden Tropfen zeigt er keine Eigenbewegung; auf der Kartoffel bildet er einen weißen Belag; auf Gelatineplatte bildet er kleine weiße Kolonien, die den Nährboden verflüssigen; in Gelatinestichkultur wächst er nur im oberen Teile des Einstiches, bildet auf der Oberfläche eine kleine Platte mit ausgeagten Rändern, die sich mit der Verflüssigung der Gelatine immer mehr senkt; er koaguliert die Milch nicht. Keine Indolbildung; bildet weder Sporen, noch Kapseln, noch Geißeln, aerobes Wachstum. in Zuckeragar keine Gasentwick-

lung. In größerer Menge unter die Bindehaut oder in die Vorderkammer eines Meerschweinchenauges gebracht, verursacht dieser Keim eine ziemlich starke Reaktion, die aber nach 48 Stunden, ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen, vorübergeht.

Auf Grund dieser Merkmale können wir diesen Keim: *Micrococcus catarrhalis liquefaciens*<sup>1)</sup> nennen.

Winterserie, Fall 11, ohne Protargol-Einträufelung. Am 7. Tage nach der Geburt fand ich im Bindehautsekret außer den Staphy-

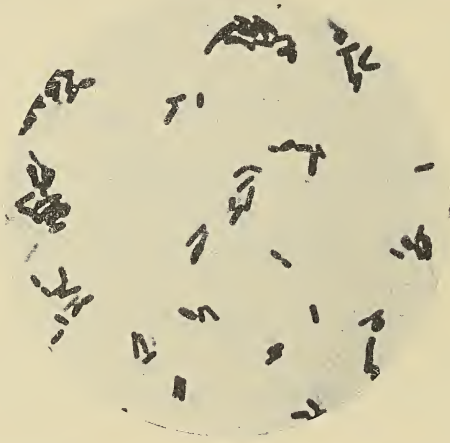


Fig. 1. *Diplobacillus mitis conjunctivae*. 24-stündige Agarkultur.  
Vergrößerung: 1500 mal.

lokokken (die sich später als *Staphylococcus non pyogenes albus* erwiesen) und Xerosebakterien. einige Diplobazillen. Die letzteren waren ziemlich dicht und entfärbten sich nach Gramm. Auf Loefflerischem Serum fand ich nach 24-stündigem Aufenthalt im Thermostat (37°C) außer Staphylokokken und Xerosekolonien, noch einige flache, feuchte Kolonien, mit unregelmäßigen Rändern. Das Serum änderte seine Farbe nicht. Die nebeneinanderliegenden Kolonien flossen zusammen, wegen oberflächlicher Serumverflüssigung. In Präparaten aus diesen Kolonien sah man ziemlich dicke Bazillen auch in Diplobazillenform, die sich nach Gramm entfärbten. (Fig. 1). Auf schrägerstarrtem Agar bildet dieser Keim

<sup>1)</sup> Abelsdorff und Neumann haben ganz ähnliche Diplokokken beschrieben, die sie in 3 Fällen einer Konjunktivitis nach Kataraktoperation gezüchtet hatten (Arch. f. Augenh. 1900. XLII).



einen gelblich-weißen, etwas hervorstehenden Streifen mit glatten Rändern. Auf Agarplatte sieht man nach 24 Stunden im Thermostat bei 37°C verschieden große Kolonien; sie sind rundlich, glatt, mit regelmäßigen Rändern und erscheinen bei stärkeren Vergrößerungen leicht gekörnt. Sie stehen etwas über die Agaroberfläche hervor und weisen eine etwas bräunlich gefärbte Mitte auf. In Bouillon macht sich eine Trübung und ein kleiner flockiger Satz am Boden des Röhrchens bemerkbar. Auf der Oberfläche bildet sich ein festes Häutchen, das auch eine starke Resistenz beim Schütteln besitzt. Peptonwasser wird getrübt, es bildet sich darin mäßiger flockiger Bodensatz. Milch zeigt nach 24 Stunden keine Veränderungen. Nach 72 Stunden tritt Koagulation ein, nach weiteren 12 Stunden sieht man von oben die etwas gelblich gefärbte Molke, ähnlich gefärbt bildet das Kasein am Boden ziemlich grobe Klumpen. Auf der Kartoffel bildet sich ein üppiger, gelblich-weißer, trockener Belag. In Gelatinestichkultur wächst er längs des ganzen Kanals, jedoch knapp, zuweilen in Form kleiner abgesonderter Kügelchen. Gelatine wird sogar nach 6 Wochen nicht verflüssigt. Auf der Oberfläche des erstarrten Blutserums bilden sich nach 24 Stunden flache weißliche zusammenfließende Kolonien. Nach 48 Stunden machen sich in dem Nährboden kleine Einsenkungen; der Nährboden wird deutlich verflüssigt. Die verflüssigte Masse sinkt auf den Boden des Reagenzglases. Nach 96 Stunden ist das Serum vollkommen verflüssigt. Auf einer Agarplatte sieht man nach 72 Stunden stecknadelkopfgroße Kolonien; ihre Ränder erscheinen bei stärkeren Vergrößerungen scharf abgegrenzt, die Kolonien selbst rundlich und fein gekörnt. Gelatine wird nicht verflüssigt.

Im hängenden Tropfen bemerkt man sowohl einzelne Stäbchen als auch Diplobazillen, die sich ziemlich energisch bewegen. Die Diplobazillen bewegen sich wie auf Türangeln, scherenartig.

In Zuckeragar wird kein Gas entwickelt. Sie sind fakultativ anaërob. Keine Indolbildung, weder nach 48 Stunden, noch nach 5 Tagen; bildet keine Geißeln, keine Sporen; nur wenig Kapseln und diese sind nicht konstant bemerkbar.

In die Vorderkammer eines Meerschweinchens eingeführt, verursacht der Keim nur eine leichte reaktive Entzündung, die aber nach 48 Stunden spontan heilt. Auf Grund dieser Merkmale nennen wir ihn: *Diplobazillus mitis conjunctivae*.

In allen 20 Fällen wurden gefunden:

Tag nach der Geburt	Staphyloc. albus non pyog. non liquef.	Staphyloc. citrusnon pyog. non liquef.	Staphy- loc. pyo- genes aureus liquef.	Micro- coccus catar- rhialis	Micro- coccus catar- rhialis liquef.	Stre- ptococ- cus li- quefac. non pyog.	Sar- cina	Bacil- lus subti- lis	Bacillus Koch- Weeks	Diploba- cillus Morax- Axen- feld	Diplo- bac. Pettit	Diplo- bac. con- juncti- vae	Bacil. xerosis
2. Tag	13 mal	1	—	1	—	—	1	1	—	—	—	3	8
3. "	17 "	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	2	14
4. "	18 "	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	15
5. "	17 "	1	—	2	1	—	—	—	—	1	—	1	19
6. "	18 "	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	19
7. "	20 "	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3	19
8. "	19 "	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	3	18
9. "	18 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	17
10. "	18 "	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	4	17
Im allgemeinen wurden in 200 Untersuchungen gefunden:													
Zusammen	158 "	4	3	7	1	3	1	1	1	2	3	25	136
Davon entfallen auf:													
100 Untersu- chungen ohne Protargol-Ein- träufelung	80	1	2	3	1	2	1	1	—	—	—	22	69
100 Untersu- chungen mit Protargol-Ein- träufelung	78	3	1	4	—	1	—	—	1	2	3	3	67

Wie aus der Zusammenstellung der Ergebnisse zu ersehen ist, fand man in keinem Konjunktivalsacke der 20 untersuchten Fälle, unmittelbar nach der Geburt Mikroben, obwohl die Platinöse ziemlich groß war, so daß sie also über einen großen Teil der Bindehautoberfläche streifte, und obwohl das Material stets von der Bindehaut beider Augen genommen wurde, endlich obwohl man zur Übertragung einen so empfindlichen Nährboden benützte, wie das Loefflerische Serum.

Man konnte jedoch schon nach den ersten 24 Stunden im Konjunktivalsack Mikroben wahrnehmen. Am zweiten Tage konstatierte ich in der Mehrheit der Fälle weiße Staphylokokken (13 mal), dann Xerosebazillen (8 mal), *Diplobacillus mitis conjunctivae* (3), und je einmal *Sarcina* und *B. subtilis*. Vom 3. Tage nach der Geburt an treten zahlreichere Keime auf. Ihre Zahl schwankt nur wenig in den nächsten Tagen. Ich konnte fast täglich die Anwesenheit weißer Staphylokokken und Xerosebazillen beobachten. Andere Mikroben wurden nur selten und in geringer Zahl konstatiert. Am häufigsten konnte ich die sanften (*mitis*) Diplobazillen beobachten: in 3—4 Fällen mehrmals. Alle diese Keime sind nicht pathogen. Pathogene Mikroorganismen treten noch seltener auf. Es waren: *Staphylococcus pyogenes aureus* (3 mal), *B. Koch-Weeks* (1 mal), *Diplobacillus Morax-Axenfeld* (1 mal), *Diplobacillus Petit* (3 mal). Ich muß besonders hervorheben, daß die Kolonien dieser Keime nur in sehr geringer Zahl vorkamen und daß die im Bindehautsekret vorgefundene Menge ebenfalls nur sehr gering war.

Die Pathogenität dieser Keime wurde stets mittels Tierexperimente bewiesen. Es wurden nur diejenigen Keime als pathogen bezeichnet, die wirklich stärkere Entzündungserscheinungen hervorriefen. Eine Ausnahme bildet nur der Bazillus Koch-Weeks, der sich beim Tierexperiment als nicht pathogen erwies, den wir dennoch ungeachtet dessen zu den pathogenen Keimen zählten. Morphologisch und kulturell habe ich ihn genau untersucht und ich konnte mich überzeugen, daß er sich ganz analog wie der Koch-Weeks'sche Bazillus verhält, von dem wir wissen, daß er für Tiere nicht pathogen ist. Aus allgemein anerkannten Gründen wurden am Menschenauge keine Experimente vorgenommen.

Verhältnismäßig häufig konnte ich die Anwesenheit dicker Stäbchen, die gerne Diplobazillenform annehmen, konstatieren: *Diplobacillus Morax-Axenfeld* (1 mal), *Petit* (3 mal), *Diplobacillus*



mitis conjunctivae (25 mal). Der letztgenannte Diplobazillus ist morphologisch und kulturell dem Diplobazillus Petit sehr ähnlich. Er wächst gut auf gewöhnlichen Nährböden und verflüssigt Blutserum. Sein Verhalten jedoch ist ein anderes auf Gelatine-Nährböden, die er sogar nach 6 Wochen nicht verflüssigt. Da er im Gegensatz zu Diplobazillus von Morax-Axenfeld, wie auch zur Petit'schen Abart für Tiere nicht pathogen ist, nannte ich ihn: *Diplobacillus mitis conjunctivae*.

Es gelang mir nicht festzustellen, ob nach dem Crédé'sisieren (einmaliger Einträufelung von 10% Protargollösung in den Konjunktivalsack des Neugeborenen) die Keimzahl steigt, oder ob in solchen Fällen die Besiedelung der Bindehaut früher erfolgt. Ich konnte sowohl in den Fällen mit Protargol-Einträufelung als auch in denen ohne Einträufelung nach 24 Stunden im Bindehautsack Mikroben beobachten. Es gelang mir aber nicht einen größeren Unterschied in der Keimzahl in den beiden Arten der Fälle zu konstatieren. Ich will jedoch diese Sache nicht als endgültig entschieden betrachten, da die vorgenommenen Untersuchungen meiner Meinung nach zu einer solchen Folgerung nicht berechtigen. Man müßte in jedem Falle die Zahl der Kolonien genau bestimmen, was ich in meinen Untersuchungen unterlassen habe.

Auf Grund dieser Beobachtungen kam ich zu der Überzeugung, daß die Flora des physiologischen Konjunktivalsackes eines Neugeborenen von der Bindehautflora eines Erwachsenen grundsätzlich nicht verschieden ist. Hier wie dort gehören zu den stabilen Bewohnern weiße Staphylokokken und Xerosebazillen. Andere Mikroben kommen nur selten, nicht immer und in geringer Zahl vor.

Die vorliegende Untersuchung kann ein gewisses Licht auf die Frage nach der Gonokokkeninfektion der Bindehaut der Neugeborenen werfen. Die Frage ist noch bis auf den heutigen Tag nicht endgültig gelöst. Manche Forscher sind der Ansicht, daß diese Infektion während des Geburtsaktes, nämlich während des Durchschreitens des Kindskopfes durch den infizierten Scheidekanal stattfindet, während andere, zu denen heutzutage die Mehrzahl gehört, die Meinung vertreten, daß diese Infektion später, während der ersten Lebenstage des Säuglings, zustande kommt. Wenn man auch die Möglichkeit nicht bestreiten kann, daß ein Kind mit Gonokokken während des Geburtsaktes infiziert werden kann, wenn z. B. die Lieder im Scheidekanal zufällig geöffnet werden (Zange, Wendung

u. a.), so können wir nichtsdestoweniger auf Grund unserer Beobachtungen dies als eine seltenere Infektionsart bezeichnen.

Wie aus den Untersuchungen von Dobrowolski über die Flora der physiologischen Scheide zu ersehen ist, enthält eine jede Scheide Mikroben. Die Keimzahl vermindert sich zwar während der Schwangerschaft, jedoch konnte Dobrowolski auch in solchen Fällen stets eine gewisse Zahl von Mikroorganismen feststellen. In zwei von uns untersuchten Fällen war aber die Scheide nicht physiologisch, sie enthielt nämlich ein reichliches schleimig eitriges Sekret, in einem Falle züchtete man sogar pyogene Streptokokken (XVII. Fall), in zwei Fällen war eine Zangengeburt, einmal eine Wendung mit nachfolgender Extraktion ausgeführt, die zweite Geburtsperiode verlängerte sich zuweilen bis zu 10 Stunden. Trotzdem haben wir in keinem der 20 Fälle unmittelbar nach der Geburt Mikroben im Konjunktivalsack konstatiert. Auch in diesem Falle (Fall 17), wo wir bei der Mutter ein schleimig-eitriges Scheiden-Sekret mit massenhaft pyogenen Streptokokken vorfanden, wo Zangenextraktion vorgenommen wurde, und die II. Geburtsperiode über 10 Stunden dauerte, war der Konjunktivalsack unmittelbar nach der Geburt vollkommen steril und wir konnten in den nächsten 10 Tagen, obwohl tagtäglich untersucht wurde, kein einziges Mal die Anwesenheit von Streptokokken konstatieren.

Endlich sei uns noch eine Bemerkung gestattet, daß wir nach Verlauf von 24 Stunden bei keinem einzigen der untersuchten Säuglinge einen sterilen Konjunktivalsack fanden.

Zum Schlusse fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen kurz zusammen:

- 1) Der Konjunktivalsack ist unmittelbar nach der Geburt steril.
- 2) Die Besiedelung erfolgt schon während der ersten 24 Lebensstunden des Neugeborenen.
- 3) Nach Verlauf der ersten 24 Stunden ist die Flora des physiologischen Bindehautsackes konstant.
- 4) Sie unterscheidet sich grundsätzlich nicht von der Bindehautflora älterer Individuen.
- 5) Zu den regelmäßigen Bewohnern des Konjunktivalsackes der Neugeborenen gehören: *Staphylococcus albus non pyogenes non liquefaciens* und *bacillus xerosis*.
- 6) Andere Mikroben finden sich nur sporadisch.

7) Noch seltener lassen sich pathogene Keime beobachten und dann in geringer Zahl.

8) Nach den ersten 24 Stunden des extrauterinen Lebens konnte während der ersten neun Tage (200 Untersuchungen) kein einziger steriler Konjunktivalsack konstatiert werden.

9) Die Gonokokkeninfektion der Bindehaut der Neugeborenen erfolgt in den weitaus meisten Fällen höchstwahrscheinlich nicht während der ersten Lebenstage des Säuglings.

Diese Untersuchung wurde im Laboratorium der Universitäts-Augenklinik des Herrn Hofrats Prof. Dr. Wicherkiewicz und im bakteriologischen Universitätsinstitut des Herrn Prof. Dr. Nowak ausgeführt; das Material sammelte ich in der Universitäts-Frauenklinik des Herrn Prof. Dr. Rosner, wofür ich allen diesen Herren hiemit meinen innigsten Dank ausspreche. Ich danke ebenfalls den Herren Assistenten Dr. Jaworowski, Dr. Szymanski und Dr. Kołodziejski für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen.

### Literatur.

- Axenfeld: Die Bakteriologie in der Augenh. Jena, Gustav Fischer 1907. (ebenda ein ausführliches Literaturverzeichnis, Seite 43—47).
- Bach L.: Über den Keimgehalt des Bindehautsackes. v. Graefes Arch. f. Ophthalm. 1894. XL. 3. S. 130.
- Cramer: Zentralbl. f. Gynäkol. 1899. Nr. 9.
- Dobrowolski St.: Flora pochwy fizyologicznej. Rozprawy Wydz. Mat. Przyr. Akad. Umiejętn. 1903. Kraków.
- Felser: Wraez 1888. 43 u. 44. Ref. Zentralbl. f. Bakt. 1889. V. S. 321.
- Fernandez S. Los microbios del ojo en estado fisiológico. Cronica medico-quirurgica de la Habana 1891. Nr. 3. Ref. Centralbl. f. Bakt. 1892. XI. S. 472.
- Fick E.: Über Mikroorganismen im Konjunktivalsack. Wiesbaden 1897. J. F. Bergmann.
- Foote: Bact. of the norm. Conj. Sac. Med. Rec. 1896. ref. Centrbl. S. 661.
- Gasparrini E.: Sui microorganismi della congiuntiva allo stato normale Ann. di ottalm. XXII. 6. S. 488 (cit. nach Axenfeld: Bakt. in der Augenheilkunde).
- Heinersdorf. Arch. f. Ophth. 1898. XLVI. Nr. 1.
- Mc. Kee: Organisms normally present in the conjunctiva. Montreal Med. Journ. 1907. Jan. (cit. nach Axenfeld: Bakt. in der Augenheilkunde).
- Kobiank: Festschrift für Carl Ruge Berlin 1908. S. 141.
- Lachowicz S. Über die Bakterien im Konjunktivalsack des gesunden Auges. Arch. f. A. 1895. XXX. S. 256.



- Lawson: The Bacteriology of the normal conj. sac. Brit. Med. Journ. 1898 (cit. nach Axenfeld, Bakt. in der A).
- Oertzen: Pneumokokken auf der normalen Bindehaut. Klin. Monatsbl. f. A. 1899. S. 432.
- Rymowicz: Postęp okul. 1901. Nr. 6.
- Staderini: Gli microorganismi della congiuntiva allo stato normale. Ann. di Ottalm. XXII. Fasc. 6. (Axenfeld, Bakt. in der A).
- Walthard: Pflüger Correspondenzbl. f. Schweizer Ärzte 1895 (zit. nach Axenfeld, Bakt. in der A).
- Wołkowicz E. Wracz 1897. Nr. 17. S. 485 n. Nr. 18. S. 523.

35. *Przypisek do rozprawy »Skroplenie gazów i t. d.« — Nachtrag zu der Abhandlung »Die Verflüssigung der Gase u. s. w.«.* Note de M. K. **OLSZEWSKI** m. t.

Während der Drucklegung dieser Abhandlung habe ich einen derartigen Versuch ausgeführt wie S. 387—388 geschildert worden ist; das Helium wurde dabei bis zur Erstarrungstemperatur des Wasserstoffes abgekühlt und von 200 Atm. Druck möglichst schnell in einem entsprechend modifizierten Cailletet'schen Apparate expandiert. Auch diesmal habe ich keine Verflüssigungsspuren bemerkt, ich habe aber konstatiert, daß in der ersten Sekunde nach dem Öffnen des Ventils der Druck des Heliums nur bis 6 Atm. gefallen ist und daß erst nach Verlauf weiterer fünf Sekunden der gewöhnliche Atmosphärendruck erreicht werden konnte.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

3 Czerwca 1908.



# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

H. Merczyng. Mouvement d. liquides à grande vitesse etc. . . . .	Mai	1907
A. Bolland. Réaction de l'aloïne avec l'oxyhémoglobine . . . . .	Mai	1907
K. Kling. L'aldéhyde para-tolylacétique etc. . . . .	Mai	1907
M. Sadzewicz. Fatigue photo-électrique d. métaux . . . . .	Mai	1907
K. Wójeik. Blocs exotiques dans le flysch etc. . . . .	Mai	1907
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Etudes sur la chlorophylle . . .	Juin	1907
J. Merunowicz, J. Zaleski. Les Hémines . . . . .	Juill.	1907
J. Zaleski. Méthode d. combustions élém. etc. . . . .	Juill.	1907
W. Dziewulski. Perturbations séc. d. petites planètes . . . . .	Juill.	1907
L. Bruner, St. Tolłoczko. Vitesse d. dissolution d. solides, II. . .	Juill.	1907
L. Bruner, J. Dłuska. Bromuration du toluène . . . . .	Juill.	1907
L. Bruner. Conductibilité él. du Br et J en solution etc. . . . .	Juill.	1907
W. Łoziński. Cavités lacustres pleistocènes etc. . . . .	Juill.	1907
Z. Thullie. Diamagnétisme. Théorie des électrons . . . . .	Juill.	1907
St. Dąbrowski. Matière colorante des urines etc. . . . .	Oct.	1907
A. Korn. Solution gén. d. problème biharmonique . . . . .	Oct.	1907
St. Niementowski. Acide anthranil. et éther benz. etc. . . . .	Oct.	1907
M. P. Rudzki. La gravité à Cracovie, S. Francisco etc. . . . .	Oct.	1907
J. Morozewicz. Composition de la néphéline . . . . .	Oct.	1907
L. Żłobicki. Radium et solutions colloïdales . . . . .	Nov.	1907
C. Zakrzewski. Analyseur elliptique à pénombre . . . . .	Nov.	1907
J. Lewiński. Dépôts jurassiques, chaîne de Sulejów . . . . .	Nov.	1907
L. Marchlewski, J. Robel. Chlorophylles . . . . .	Déc.	1907
K. Żorawski. Équations aux dériv. part. de 1 Ordre . . . . .	Déc.	1907
W. Sierpiński. Développement de l'expression $\sqrt[m]{a}$ . . . . .	Déc.	1907
M. Smoluchowski. Théorie cinét. de l'opalescence des gaz etc. . .	Déc.	1907
H. Merczyng. Stegmani Inst. math. libri II . . . . .	Déc.	1907
M. P. Rudzki. Remarque etc. . . . .	Déc.	1907
S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv.	1908
J. Bielecki. Mesitylen - Trialdéhyd . . . . .	Janv.	1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv.	1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	Janv.	1908



L. Marchlewski, St. Piasecki. Preparing phylloporphyrine . . .	Mars 1908
Lad. Natanson. Elliptic polarization of light (magn. field) . . .	Mars 1908
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phyllotaonine converted into phytorhodines . . . . .	Avril 1908
L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chloro- phylls unter dem Einfluss von Säuren . . . . .	Avril 1908
J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . .	Avril 1908

## B). Sciences biologiques.

M. Konopacki. Respiration des lombrics . . . . .	Mai 1907
M. Siedlecki. Structure et cycle évolutif d. <i>Caryotropha</i> Mesn. . .	Mai 1907
E. Rosenhauch.. Développement embryonn. d. l. cellule mucipare	Juin 1907
Z. Wóycicki. Noyaux d. l. cellules d. appendices d. suspenseur etc.	Juin 1907
Z. Wóycicki. Sac embryonnaire de la capucine . . . . .	Juin 1907
W. Kuleczyński. Fragmenta arachnologica, V . . . . .	Juin 1907
A. Karpiński, Br. Niklewski. Nitrification d. l. cultures impures	Juin 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, X . . . . .	Juin 1907
S. Krzemieniewski. Etudes sur l' <i>Azotobacter chroococc.</i> Beij . .	Juill. 1907
St. Wielecki. Action phys. de la glande surrén. et de l'adrénaline	Juill. 1907
M. Kowalewski. Etudes helminthologiques, X . . . . .	Juill. 1907
M. Raciborski. Croissance des cellules à pas . . . . .	Oct. 1907
H. Zapałowicz. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, XI . . . . .	Déc. 1907
M. Raciborski. Hemmung d. Beweg. wachst. b. <i>Basidiobolus</i> . .	Janv. 1908
W. Kuleczyński. Fragmenta arachnologica VI. . . . .	Janv. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung . . . .	Févr. 1908
J. Browiński. Proteinsäuren im Blute . . . . .	Févr. 1908
K. Stołyhwo. Le crâne de Nowosiółka etc. . . . .	Févr. 1908
J. Browiński, S. Dąbrowski. Dosage d. l. mat. color. des urines	Mars 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la Flore de la Galicie. XII . .	Mars 1908
J. Młodowska. Histogenese der Skelett-Muskeln . . . . .	Mars 1908
Ch. Klecki, A. Wrzosek. Passage de microbes dans les urines .	Mars 1908
F. Krzyształowicz, M. Siedlecki. Etude exp. de la syphilis . .	Mars 1908
J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . .	Avril 1908
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . .	Avril 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . .	Avril 1908
B. Petschenko. <i>Bacillopsis stylopygae</i> ; nov. gen. et nov. spec. .	Avril 1908

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 6.

JUIN.

1908.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.



BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.  
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 6.

Juin

1908.

- Sommaire:** 36. Z. KLEMENSIEWICZ. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel.  
37. J. DUNIN-BORKOWSKI. Über die hämolytische Wirkung von Quecksilbersalzen.  
38. J. NUSBAUM. Zur Entwicklungsgeschichte der Occipitalregion des Schädels und der Weber'schen Knöchelchen bei den Cyprinoiden.  
39. J. HIRSCHLER. Beiträge zur embryonalen Entwicklung der Coleopteren.  
40. E. GODLEWSKI jun. Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz während der normalen und der künstlich veränderten Entwicklung der Echiniden.  
41. VL. KULCZYŃSKI. Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognoscendam. I. Mygalomorphae et Cribellatae.  
42. R. NITSCH. Recherches sur les microbes anticholériques dans l'air atmosphérique.  
43. Berichtigungen zu der Abhandlung: A. KORN. Allgemeine Lösung des biharmonischen Problems im Raume (dieses Bulletin, Octobre 1907).

Séance du lundi 1 Juin 1908.

PRÉSIDENCE DE M. E. JANCZEWSKI.

36. *Chlorek antymonawy jako rozczynnik ionizujący. — Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel.* Mémoire de M. Z. KLEMENSIEWICZ présenté par M. K. Olszewski m. t.

In seinem Aufsätze über anorganische Lösungsmittel<sup>1)</sup> spricht Walden die Vermutung aus, daß Antimonchlorür ein Verbindungsglied zwischen den gewöhnlichen anorganischen Lösungsmitteln und der Gruppe der geschmolzenen Salze bildet. Ich habe mir in vorliegender Arbeit, zu der ich von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Tolłoczko, angeregt wurde, vorgenommen, die Richtigkeit dieser Ansicht festzustellen. Es wurde daher sowohl die Leitfähigkeit des reinen  $\text{SbCl}_3$ , als auch der in demselben gelösten Salze (Chloride) bei wechselnder Konzentration und Temperatur gemessen.

Die Messungen wurden teilweise nach der üblichen Kohlrausch-Ostwaldschen Methode, wo es sich aber um große Widerstände

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. anorg. Chem., 25, 200 (1900).

handelte, auch nach der Methode von Nernst-Maltby<sup>1)</sup> ausgeführt. Sämtliche Lösungen wurden in demselben Widerstandsgefäße mit kleinen platinieren Elektroden gemessen<sup>2)</sup>. Das durch Destillation und Ausfrieren gereinigte  $\text{SbCl}_3$  wurde mittels eines eingeschliffenen Glasrohres direkt in das Gefäß geleitet. Das Gefäß wurde in einen „Siedepunktthermostaten“ gestellt, der für gewöhnlich mit Wasser, je nach Bedarf aber auch mit höher siedenden Flüssigkeiten beschickt wurde. Als Bad diente gereinigtes Vaselineöl. Dadurch wurde sowohl vollkommene Isolation, als auch geringe elektrostatische Kapazität des Systems erzielt. Die auf ihre Leitfähigkeit hin zu prüfenden Salze wurden in Pillenform durch Öffnen des das Widerstandsgefäß verschließenden Glasstopfens hineingebracht. Nach erfolgter Messung wurde die Konzentration durch Hinzufügen einer weiteren Menge der Substanz geändert. Die Menge des Lösungsmittels wurde nach beendeter Serie von Messungen durch Wägen des Gefäßes bestimmt. Bei dieser Anordnung war zwar die Messung von sehr verdünnten Lösungen unmöglich, da dies aber auch aus anderen Gründen erfolglos gewesen wäre (siehe w. u.), habe ich diese Methode wegen ihrer großen Bequemlichkeit gewählt.

#### Leitvermögen des reinen Antimonchlorürs.

Der verwendete Apparat bestand aus einer Reihe von zusammengelöteten Destillationskölbchen, die an das Widerstandsgefäß angelötet waren. Das  $\text{SbCl}_3$  wurde durch fraktionierte Destillation und Ausfrieren in den Kölbchen gereinigt und in kleinen Portionen, deren Leitfähigkeit einzeln gemessen wurde, in das Widerstandsgefäß überdestilliert. Die kleinste beobachtete Leitfähigkeit betrug:  $8.5 \cdot 10^{-7} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ .

Der Temperaturkoeffizient konnte nicht gemessen werden, da die Leitfähigkeit der im Widerstandsgefäß verbleibenden Portionen ziemlich rasch stieg. Infolgedessen muß auch die obengenannte Zahl nur als die obere Grenze angesehen werden, obgleich sie von dem wahren Werte nicht mehr weit entfernt sein dürfte. Wir sind also berechtigt zu schließen, daß die Eigenleitfähigkeit des reinen  $\text{SbCl}_3$  der Größenordnung nach mit derjenigen

<sup>1)</sup> Maltby, Dissertation, Leipzig, 1895,

<sup>2)</sup> Näheres darüber findet sich in der polnischen Originalarbeit.

des Wassers und der Mehrzahl anderer Lösungsmittel übereinstimmt, daß also  $\text{SbCl}_3$  sich keineswegs den geschmolzenen Salzen anreicht. Die von Graetz<sup>1)</sup> und Walden<sup>2)</sup> erhaltenen Zahlen sind daher viel zu hoch ausgefallen, wahrscheinlich wegen Benutzung eines nicht ganz wasserfreien Chlorides.

#### Spezifisches Gewicht des geschmolzenen Antimonchlorürs.

Das spez. Gewicht habe ich mittels Mohrscher Wage bestimmt und gefunden

$$s = 2.681 \text{ g bei } 75^\circ \text{ C.}$$

$$s = 2.647 \text{ g bei } 97^\circ \text{ C.}$$

Daraus ergibt sich in dem beobachteten Temperaturintervall

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = 0.0016.$$

#### Leitfähigkeit der Elektrolyte.

Um die Möglichkeit einer chemischen Umsetzung zwischen Elektrolyt und Lösungsmittel von vornherein auszuschließen, habe ich nur Chloride untersucht. Da diese aber dasselbe Anion hatten wie das Lösungsmittel, wie dies z. B. auch bei den wässrigen Lösungen von Basen der Fall ist, so konnten aus bekannten Gründen sehr verdünnte Lösungen nicht gemessen werden, umsomehr da die Leitfähigkeit des verwendeten  $\text{SbCl}_3$  gewöhnlich größer war, als die des guten „Leitfähigkeitswassers“. Die in den Tabellen enthaltenen Zahlen sind ohne Rücksicht auf die Leitfähigkeit des Lösungsmittels angegeben.

Als gut löslich in  $\text{SbCl}_3$  zeigten sich außer  $\text{KCl}$  und  $\text{HgCl}_2$ <sup>3)</sup> auch  $\text{RbCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  und  $\text{TlCl}$ , also die zu derselben isomorphen Hauptreihe gehörenden Verbindungen, während  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaCl}$  und  $\text{AgCl}$ , die mit  $\text{KCl}$  weniger isomorph sind, sich als praktisch unlöslich erwiesen. Ebenso unlöslich waren Chloride der alkalischen Erden, ferner  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CdCl}_2$ ,  $\text{CuCl}$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  und  $\text{AlCl}_3$ . Die

<sup>1)</sup> Wied. Annal. 40, 18, (1890).

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. anorg. Ch., a. a. O.

<sup>3)</sup> То́лѣцко, Zeit. phys. Chem. 30, 705 (1899).

Rozpr. Akad. XLI. Ser. A. 1901.



binären Elektrolyte waren sämtlich sehr weitgehend dissoziiert, dagegen  $\text{HgCl}_2$  nur sehr wenig.

In der vorliegenden Tabelle bedeutet  $v$  die Verdünnung in Litern,  $K$  die Leitfähigkeit in  $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ,  $\Lambda = K \cdot v \cdot 1000$  die äquivalente Leitfähigkeit. Die Zahlen sind durch graphische Interpolation aus mehreren Messungen gewonnen und dürften mit Ausnahme derjenigen für die größte Verdünnung auf 1% genau sein.

Tafel I.

$v$	KCl		RbCl		$\text{NH}_4\text{Cl}$		TlCl	
	$K \cdot 10^4$	$\Lambda$	$K \cdot 10^4$	$\Lambda$	$K \cdot 10^4$	$\Lambda$	$K \cdot 10^4$	$\Lambda$
2	416	83.0	—	—	—	—	—	—
4	241	96.5	256	102.5	234	97.0	—	—
8	135	108.0	141	113.0	134	107.0	—	—
16	73	117.0	75.9	121.5	72	115.0	54.5	87.5
32	39.1	125.0	40.3	129.0	38.5	123.0	31.0	99.0
64	20.9	134.0	21.5	137.5	20.5	131.0	16.5	105.5
128	11.2	143.0	11.4	146.0	10.9	140.0	10.4	132.5
256	5.84	149.5	5.93	152.5	5.70	146.0	5.85	150.0
512	2.95	151.5	3.02	154.5	2.90	148.5	3.00	153.0
1024	1.50	153.5	1.53	156.5	1.46	150.5	1.51	154.5

Wie man sieht, leiten die in  $\text{SbCl}_3$  gelösten binären Salze der einwertigen Metalle sehr gut, in kleinen Konzentrationen sogar besser als entsprechende wässrige Lösungen. In größeren Konzentrationen (von 0.1 N aufwärts) ist dagegen die äq. Leitfähigkeit der Salze in  $\text{SbCl}_3$  geringer, als in Wasser. Dies führt zu dem Schluß, daß die Salze zwar in  $\text{SbCl}_3$  weniger dissoziiert sind, als in Wasser bei gleicher Konzentration, daß aber die Ionenbeweglichkeit in  $\text{SbCl}_3$  größer ist. Der Grenzwert der Leitfähigkeit ist bei einer Verdünnung von 1024 l nicht einmal in grober Annäherung erreicht und über diesen Wert hinaus sind die Messungen aus erwähnten Gründen so gut wie unmöglich. Auch die Interpolationsformeln, die bei wässrigen Lösungen oft gute Dienste leisten, lassen uns hier im Stich, der Grenzwert

der Leitfähigkeit konnte daher nicht ermittelt werden.

Hierin ist also Antimonchlorür dem flüssigen  $\text{SO}_2$  ähnlich. Dagegen leiten analog zusammengesetzte Salze in schwachen Konzentrationen gleich gut, auch ist die Differenz  $\Lambda_{1024} - \Lambda_{32}$  ziemlich konstant und beträgt ungefähr 28. In dieser Hinsicht nähert sich also  $\text{SbCl}_3$  dem Wasser.

### Änderung der Leitfähigkeit mit der Temperatur.

Differenzieren wir die bekannte Formel

$$\Lambda = \alpha \Lambda_0$$

nach der Temperatur, so ergibt sich die Gleichung

$$\frac{d\Lambda}{dt} = \Lambda_0 \frac{d\alpha}{dt} + \alpha \frac{d\Lambda_0}{dt},$$

wenn wir wie gewöhnlich  $\alpha$  und  $\Lambda_0$  als voneinander unabhängig betrachten.

Der Ausdruck  $\frac{d\Lambda_0}{dt}$  kann, da er, so viel wir jetzt wissen, der Fluiditätszunahme des Lösungsmittels annähernd proportional ist, nur einen positiven Wert haben. Was dagegen den Ausdruck  $\frac{d\alpha}{dt}$  betrifft, so kann er entweder positiv oder negativ sein, je nachdem die Dissoziationswärme  $q$  in der Gleichung

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{-q}{RT^2}$$

negativ oder positiv ist.

In niedrigen Temperaturen scheint  $q$  in der Regel einen negativen Wert zu haben, wächst aber mit der Temperatur und ändert schließlich das Vorzeichen. Diese Inversionstemperatur dürfte sowohl von der Natur des Elektrolyten als auch der des Lösungsmittels abhängig sein. Die allgemeine Gestalt der Leitfähigkeitskurve könnte also etwa durch die nebenstehende Abbildung 1 dargestellt werden. In tiefen Temperaturen bei  $A$  ist  $q$  negativ,  $\Lambda_0 \frac{d\alpha}{dt}$  also positiv; daher verläuft die Kurve konkav nach oben, da  $\alpha \frac{d\Lambda_0}{dt}$

immer größer wird. Sobald aber  $q$  positiv wird, verflacht sich die Krümmung der Kurve und diese strebt dem Wendepunkte  $B$  zu.

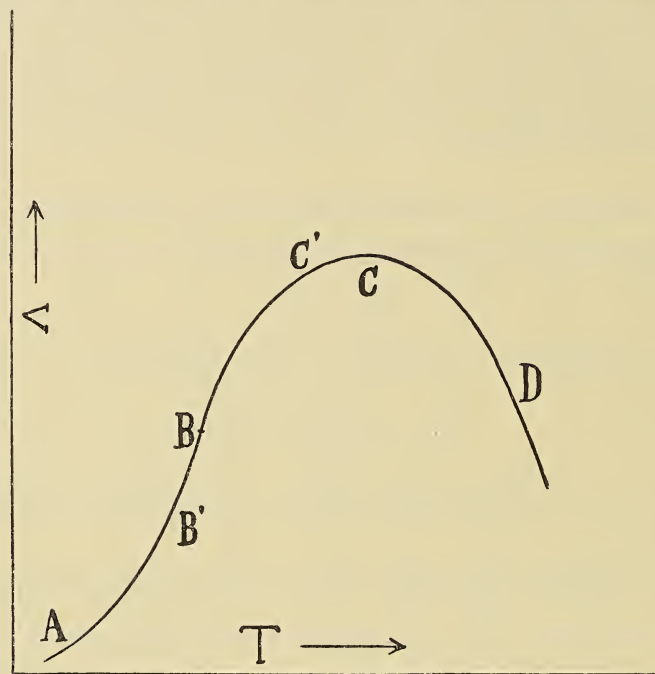


Fig. 1.

Dann verläuft sie konvex nach oben und erreicht ein Maximum, wenn

$$\frac{d\Lambda}{dt} = 0,$$

oder

$$\alpha \frac{d\Lambda_0}{dt} = \Lambda_0 \frac{d\alpha}{dt}.$$

Hier hat also der Rückgang der Dissoziation die Zunahme der Beweglichkeit überkompensiert. Es ist klar, daß dieser Punkt umso niedriger liegt, je konzentrierter die Lösung, was auch experimentell bestätigt wird. Bei noch höheren Temperaturen nimmt die Leitfähigkeit ab und sinkt beim kritischen Punkte bis zur Null.

Die besprochene Kurve wird nun bei verschiedenen Lösungen teilweise oder auch in ihrer ganzen Länge realisiert. Den wässeri-



gen Salzlösungen entspricht bei gewöhnlicher Temperatur der Teil  $A B'$  der Kurve, doch bei hinreichend hohen Temperaturen läßt sich auch der weitere Teil bis zum Maximum und darüber hinaus verfolgen <sup>1)</sup>.

Bei den im flüssigen  $\text{SO}_2$  gelösten Salzen wird fast die ganze

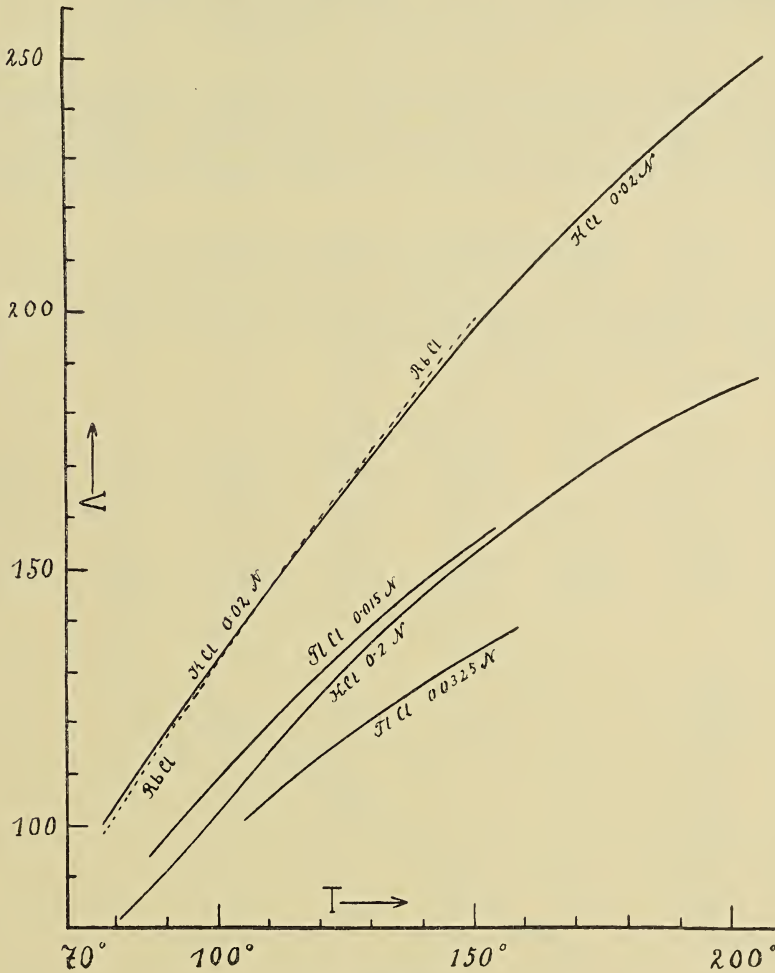


Fig. 2.

Kurve von  $B'$  bis  $D$  realisiert. Dasselbe gilt für manche wässrige Lösungen.

<sup>1)</sup> Noyes u. Coolidge, Zeit. phys. Chem. 46. 323.

Den  $\text{SbCl}_3$ -Lösungen entspricht, wie aus dem Diagramm ersichtlich, der Teil  $B' C'$ ; ein Maximum konnte nicht erreicht werden.

In der Tafel II sind die Ergebnisse der Messungen zusammengestellt.  $\frac{d\Lambda}{dt} \cdot \frac{1}{\Lambda_{1000}}$  bezeichnet den Temperaturkoeffizienten der äq. Leitfähigkeit, bezogen auf die Leitfähigkeit bei  $100^\circ \text{C}$ .

(Siehe Tafel II, Seite 493).

Wie man sieht, haben binäre Salze fast gleiche Temperaturkoeffizienten, deren Werte mit wachsender Konzentration abnehmen. Der absolute Wert ist halb so groß, wie bei den wässrigen Salzlösungen.

### Die Zähigkeit des Antimonchlorürs.

Ich habe diese Eigenschaft im Ostwaldschen Gefäße<sup>1)</sup> bestimmt und folgende Zahlen gefunden.

Tafel III.

$t =$	$79.1^\circ$	$99.1^\circ$	$119.0^\circ$	$139.2^\circ$	$159.7^\circ$	$181.2^\circ$	$191.6^\circ$
$\mu =$	0.0241	0.01955	0.0148	0.0124	0.0108	0.0097	0.0091
$\frac{1}{\mu} =$	41.5	51.15	67.5	80.7	92.5	103.6	109.8

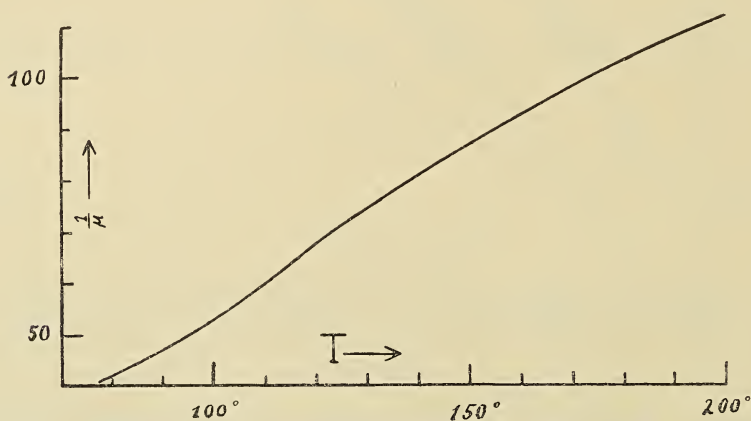


Fig. 3.

<sup>1)</sup> Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch.

Tafel II.

	$t =$	79.1°	89.1°	99.1°	109°	119°	129.1°	139.2°	149.3°	159.7°	170°	181.2°	191.6°	202°
K Cl 0.02	1000 $\eta$	0.0201	0.0200	0.0199	0.0198	0.0196	0.0195	0.0194	0.0193	0.0192	0.0190	0.0189	0.0188	0.0187
	$\Delta$	102.9	117.2	131.2	144.9	158.9	172.5	182.4	195.4	206.4	218.4	228.4	237.6	246.9
	$\frac{d\Delta}{dt} \cdot \Delta_{100}$	0.0109		0.0104		0.0103		0.0098		0.0091		0.006		
K Cl 0.2	1000 $\eta$	0.195	0.194	0.193	0.1915	0.190	0.189	0.188	0.187	0.186	0.184	0.183	0.182	0.181
	$\Delta$	80.9	90.9	101.6	113.4	124.6	134	143.6	151.6	159.6	168.7	175	180.8	185.3
	$\frac{d\Delta}{dt} \cdot \Delta_{100}$	0.0098		0.0116		0.0092		0.0079		0.0078		0.0058		
Rb Cl 0.02	1000 $\eta$	0.0213	0.0212	0.0211	0.0209	0.0208	0.0207	0.0205	0.0204					
	$\Delta$	102	115.3	130.3	144.2	158.6	172.9	184.4	195.8					
	$\frac{d\Delta}{dt} \cdot \Delta_{100}$	0.0101		0.0106		0.0109		0.0087						
Tl Cl 0.015	1000 $\eta$		0.015	0.0149	0.0148	0.0147	0.0146	0.0145	0.0144					
	$\Delta$		96.8	108.4	118.6	128.3	137.5	146.3	154.4					
	$\frac{d\Delta}{dt} \cdot \Delta_{100}$			0.0107	0.0089	0.0081								
Tl Cl 0.0325	1000 $\eta$				0.328		0.0324		0.0320					
	$\Delta$				104.1		120.1		133.1					
	$\frac{d\Delta}{dt} \cdot \Delta_{100}$					0.0084		0.0078						
Hg Cl <sub>2</sub> 0.08	1000 $\eta$		0.0802		0.0792		0.0782		0.0773					
	$\Delta$		1.07		1.36		1.57		1.71					
	$\frac{d\Delta}{dt} \cdot \Delta_{100}$			0.0119	0.0086			0.0059						



Hier bedeutet  $\mu$  die absolute Zähigkeit,  $\frac{1}{\mu}$  die Fluidität, wenn für Wasser bei 17° C der Wert 0·01081 angenommen wird.

Die gefundenen Zahlen ergeben die Kurve Fig. 3, die bei 120° einen Wendepunkt besitzt. Eine derartige Erscheinung wurde, soviel ich weiß, bei keiner der zahlreichen untersuchten Flüssigkeiten gefunden <sup>1)</sup>. Den angeführten Zahlen dürften allerdings ziemlich große Fehler anhaften, da einerseits die Messungen einen mehr orientierenden Charakter haben sollten, anderseits aber die Bestimmungen der Zähigkeit überhaupt immer noch ziemlich unsicher auszufallen pflegen. Eine Wiederholung dieser Messungen wäre daher erwünscht.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt, daß Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel zwischen Wasser und flüssigem Schwefeldioxyd zu stellen ist, da es gemeinsame Züge mit beiden aufweist. Mit geschmolzenen Salzen zeigt es dagegen keine Ähnlichkeit.

Lemberg, II. chemisches Universitätslaboratorium.

---

37. *O działaniu hemolitycznem soli rtęciowych. — Über die hämolytische Wirkung von Quecksilbersalzen.* Note de M. J. DUNIN-BORKOWSKI, présentée dans la séance du 4 Mai 1908 par M. N. Cybulski m. t.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit bildete die Untersuchung der Wirkung von Sublimat auf die Erythrozyten verschiedener Tiere. Die Art der Erzeugung der Hämolyse weicht insofern von der Methode von Arrhenius ab, daß wir die Erythrozyten (7 Tropfen) dem in 0·75 % Chlornatriumlösung gelösten Quecksilbersalz zusetzten <sup>2)</sup>.

Die Wirkung variierender HgCl<sub>2</sub>-Konzentrationen auf die Erythrozyten verschiedener Tierarten ist in der Tabelle I zusammengestellt.

<sup>1)</sup> Landolt-Börnstein-Meyerhoffer, Tabellen.

<sup>2)</sup> Die ausführliche Darstellung der Versuche mit einer historischen Einleitung findet sich in der polnischen Abhandlung (Abhandlungen der math.-naturw. Klasse der Krakauer Akademie der Wissenschaften B, 1908).

Tabelle I.

% HgCl <sub>2</sub> in 0·75% NaCl	Grad des Hämolyse (H)					
	Kaninchen	Hammel	Kuh	Schwein	Kalb	Hund
0·000033	8	0	0	0	0	0
0·00005	18	5	0	0	0	0
0·0001	26	15	2	0	0	0
0·0002	42	20	5	3	2	0
0·0003	55	27	10	7	6	0
0·0004	60	32	—	—	—	0
0·0005	72	40	16	12	10	2
0·0006	82	50	22	—	—	5
0·001	100	70	50	30	25	10
0·002	100	90	75	48	40	20
0·003	100	100	85	60	60	28
0·004	100	100	100	75	80	32
0·005	100	100	100	90	100	35
0·006	100	100	100	100	100	40
0·007	100	100	100	100	100	50
0·008	100	100	100	100	100	65
0·009	100	100	100	100	100	85
0·01	100	100	100	100	100	90
0·02	40	60	100	100	100	100
0·03	10	60	100	100	100	100
0·04	—	—	70	—	100	70
0·05	7	20	—	30	100	70
0·07	—	—	50	15	—	40
0·08	—	—	—	—	70	10
0·1	3	5	40	8	—	10
0·2	—	—	—	—	30	10
0·3	—	—	12	—	30	—
0·4	—	—	—	—	—	—
0·5	—	—	—	—	7	—

Die Resistenz der Erythrozyten nimmt in nachstehender Reihenfolge zu: Kaninchen, Hammel, Kuh, Schwein, Kalb, Hund, und steht wahrscheinlich nicht nur mit dem morphologischen Bau im Zusammenhang, sondern wird auch durch die Anwesenheit von Serumspuren beeinflusst. Je schwieriger sich die Erythrozyten von ihrem Serum abzentrifugieren lassen, desto geringer ist ihre Empfindlichkeit gegen die Einwirkung hämolytischer Substanzen. Was die Bedeutung der Konzentration derselben anbetrifft, so sehen wir, daß je niedriger die Konzentration ist, welche das Eintreten der Hämolyse bewirkt, desto niedriger auch diejenige sein wird, welche die vollständige Hämolyse erzeugt. Wenn wir über die zur kompletten Hämolyse ausreichende Konzentration von  $\text{HgCl}_2$  hinausgehen, dann begegnen wir einer neuen Erscheinung, und zwar der Agglutination der Erythrozyten. Die Grenzen zwischen der vollständigen Hämolyse, der partiellen und der Agglutination sind sehr deutlich. Die vollständige Hämolyse, welche zwischen dem Gebiet der partiellen und demjenigen der Agglutination liegt, unterscheidet sich von den beiden übrigen durch vollständigen Sedimentmangel.

Mit dem Auftreten der Agglutination beginnt die Hämolyse abzunehmen. Je mehr Erythrozyten sich am Boden zusammenklumpen, desto blässer wird die Farbe der Flüssigkeit. Es besteht hier gleichfalls ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Hämolyse und der Konzentration, welcher eine gewisse Reziprozität aufweist: mit steigender Konzentration von  $\text{HgCl}_2$  nimmt die Hämolyse ab (und die am Boden zusammengeklumpten Erythrozyten nehmen eine immer stärkere braune Färbung an). Diese Verfärbung beginnt mit den Konzentrationen, welche zirka 50% Agglutination erzeugen. Die Erythrozyten, welche partiell oder vollständig agglutiniert sind, verlieren nicht ihre Hämolysierbarkeit, aber die dabei entstehende Flüssigkeit ist trübe und bräunlich.

Sublimat erzeugt Fällung in hämolysierten Lösungen. Hier finden wir gleichfalls Unterschiede zwischen den Erythrozyten einzelner Tierarten. Gelöste Kaninchen-Erythrozyten werden durch 3 cm<sup>3</sup> von 0.5%  $\text{HgCl}_2$ , Huhn-Erythrozyten durch 12 cm<sup>3</sup> gefällt.

$\text{HgJ}_2$  besitzt gleichfalls eine starke hämolytische Wirkung, welche aber wegen geringerer Löslichkeit des Reagensmittels die Grenze der kompletten Hämolyse nicht überschreitet.



Tabelle II.

Wirkung von  $\text{HgJ}_2$  auf Schweine-Erythrozyten.

C.	H.
(n) gesättigte Lösung ( $\text{HgJ}_2$ in 0.75% NaCl)	100
50% n	50
40% n	35
30% n	25
20% n	15
10% n	10
5% n	5

$\text{Hg}(\text{CN})_2$  hämolysiert fast ebenso stark wie  $\text{HgCl}_2$ , obwohl es gar nicht dissoziiert ist; sogar in 1% Konzentration (Tabelle III) wirkt es gar nicht agglutinierend.

Tabelle III.

Hammel-Erythrozyten

C %	$\text{Hg}(\text{CN})_2$	H.
0.001%	"	25
0.005%	"	45
0.01 %	"	60
0.02% bis 1%	"	100

Zur Feststellung des Einflusses der Cyangruppe auf die Hämolyse wurde eine Versuchsreihe mit Cyankalium angestellt (Tabelle IV).

Tabelle IV.

Hammel-Erythrozyten.

%	KCN.	H.
0.05	"	3
0.07	"	5
0.1	"	10
0.2	"	20
0.3	"	38
0.5	"	55
0.6	"	80
0.8	"	100

KCN ist stärker dissoziiert als  $\text{Hg}(\text{CN})_2$ , hämolysiert aber bedeutend schwächer.

Aus der hämolytischen Wirkung von  $\text{Hg}(\text{CN})_2$  folgt, daß die Hämolysen nicht ausschließlich von den freien Ionen abhängig ist, obgleich eine gewisse Abhängigkeit von ihnen besteht; so z. B. wird die Dissoziation von  $\text{HgCl}_2$  durch eine größere Menge von NaCl herabgesetzt, wobei gleichzeitig die Hämolysen von 100 auf 15 herabsinkt (Tabelle V).

Tabelle V.  
Die Wirkung von 0·005%  $\text{HgCl}_2$  in verschiedenen  
NaCl-Konzentrationen.

% NaCl	H.	% NaCl	H.
0·75	100	5·5	80
1·00	100	6·0	75
1·50	95	6·5	70
2·00	95	7·0	70
2·50	90	7·5	65
3·00	85	8·0	50
4·00	85	9·0	40
4·50	85	10	25
5·00	80	15	15

Manche Autoren (Hedin, Gryns) wollen die Hämolysen durch die Permeabilität der Erythrozyten für die Salze oder Ionen erklären. Gryns stellt sogar zwei Regeln auf<sup>1)</sup>, welche die hämolytischen Reaktionen sämtlicher chemischer Verbindungen bestimmen sollen: 1) Salze mit einem Metallion treten nicht durch. 2) Eine Verbindung dringt nicht durch, wenn auch nur einer ihrer Ionen nicht durchdringen kann. Die Versuche mit KCN und Hg-Salzen beweisen wohl die vollständige Willkürlichkeit der Gryns'schen Regeln.

Nach dieser Untersuchung der Statik der hämolytischen Reaktion wollen wir nun zu Versuchen übergehen, welche die Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit bezwecken, auf Grund der Formel:

$$\frac{dx}{d\vartheta} = k(a - x).$$

<sup>1)</sup> Pflügers Archiv. Bd. 63. S. 107.

Tabelle VI.  
 Kaninchen-Erythrozyten.  
 0·0001%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$

$\vartheta$	$a - x$	$k = \frac{1}{\vartheta} \log \frac{100}{a - x}$
45 Min.	95	0·00049
75 "	93	0·00042
95 "	92	0·00039
125 "	90	0·00036

0·0002%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$

45 Min.	90	0·00101
70 "	86	0·00093
90 "	83	0·00089
115 "	81	0·00080

0·0002%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 25^\circ$

20 Min.	89	0·00250
37 "	80	0·00259
52 "	74	0·00251
68 "	67	0·00255

0·00045%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$

45 Min.	84	0·00168
62 "	80	0·00155
76 "	75	0·00163
92 "	70	0·00169

0·00045%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 30^\circ$

20 Min.	85	0·00352
30 "	74	0·00435
42 "	60	0·00528
60 "	35	0·00759

0·001%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$

25 Min.	88	0·00222
50 "	70	0·00309
70 "	40	0·00568
85 "	20	0·00817



0.002%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$ 

$\vartheta$	$a - x$	$k = \frac{1}{\vartheta} \log \frac{100}{a - x}$
14 Min.	92	0.00258
21 "	80	0.00470
38 "	45	0.00907
50 "	10	0.02000

Aus der Tafel VI ersehen wir, daß die Reaktionskonstante außerordentlichen Schwankungen unterliegt, sowohl in bezug auf ihre Konstanz wie auf ihre Größe. In den ersten zwei Konzentrationen nimmt die Reaktionskonstante ab; mit der Zunahme der Konzentration von  $\text{HgCl}_2$  bleibt die Konstante tatsächlich konstant; bei noch stärkeren Konzentrationen nimmt sie rasch zu; also je nach der Konzentration von  $\text{HgCl}_2$  wird die Reaktionskonstante mit der Zeit sinken, unverändert bleiben oder zunehmen. Die Größe der Konstanten hängt gleichfalls von der Konzentration von  $\text{HgCl}_2$  ab, und zwar nimmt sie immer zu bei steigender Konzentration. Diese Zunahme von  $k$  weist keine Regelmäßigkeit auf.

Die Zunahme von  $k$  mit der Reaktionszeit ist zunächst von Arrhenius<sup>1)</sup> festgestellt worden, und zwar hat er mit Madsen nur eine Zunahme von  $k$  beobachtet, wahrscheinlich deswegen, weil die beiden Gelehrten nur mit höherer Konzentration von  $\text{HgCl}_2$  zu tun hatten, als diejenige, die zur Erreichung der kompletten Hämolyse nötig ist.

In Übereinstimmung damit ist aus den letzten zwei Zahlenreihen der Tabelle VI zu ersehen, daß  $k$  erst dann eine Zunahme aufweist, wenn vollständige Hämolyse möglich wird.

Unter dem Einfluß der Temperatur bleibt das abnehmende  $k$  unverändert und das konstante  $k$  nimmt zu. Auf Grund der Formel<sup>2)</sup>:

$$\log k = a + bt$$

$$\frac{k_{t+10}}{k_t} = 10^{10b}$$

können wir den Geschwindigkeitsquotienten für die Zunahme der Temperatur um  $10^\circ$  berechnen:

<sup>1)</sup> Arrhenius und Madsen, Zeitschrift für physik. Chemie, Bd. 44, S. 7.

<sup>2)</sup> Van't Hoff, Theoretische Chemie, S. 224.

0 0002%  $\text{HgCl}_2$  (Tab. VI)

$$t = 18^\circ \quad k = 0.00090$$

$$t = 25^\circ \quad k = 0.00253,$$

also

$$b = 0.0641 \quad \frac{k_{t+10}}{k_t} = 4.37.$$

Alle obengenannten Versuche sind mit Kaninchen-Erythrozyten angestellt worden.

Die Hunde-Erythrozyten verhalten sich im allgemeinen ganz ähnlich, obwohl sie wegen ihrer größeren Resistenz schwieriger und langsamer reagieren. Bei geringen Konzentrationen kann überhaupt keine Reaktionsgeschwindigkeit beobachtet werden.

Tabelle VII.

% $\text{HgCl}_2$	50 Min.	70 Min.	110 Min.	150 Min.
	H.			
0.001	5	5	5	5
0.002	5	5	5	8
0.003	5	5	5	8
0.004	5	6	8	10

Diese merkwürdige Erscheinung läßt uns vermuten, daß möglicherweise noch im Laufe der Hämolyse ein Teil von  $\text{HgCl}_2$  irgend eine Verbindung mit den Erythrozyten eingeht (inaktiviert wird), wodurch die Anfangskonzentration von  $\text{HgCl}_2$  fortwährend abnimmt. Durch diese Annahme wird das Sinken von  $k$  erklärlich, welches auch hier stattfindet. Wenn wir aus den letzten Zahlen der Tabelle VII  $k$  berechnen, erhalten wir wieder eine Reihe abnehmender Zahlen:

$$k \quad 0.00044 \quad 0.00038 \quad 0.00032 \quad 0.00030.$$

Arrhenius und Madsen sind ebenfalls der Ansicht, daß die Erythrozyten einen Teil der hämolytischen Substanz inaktivieren (binden). Nach ihnen ist es eine genau bestimmte Menge, welche vor dem Beginn der Hämolyse gebunden wird; dann aber dürfte

$k$  nicht abnehmen. Wenn wir die Konzentration von  $\text{HgCl}_2$  steigern, so bekommen wir für die Reaktionskonstante mit den Hunde-Erythrozyten genau dieselben Stadien wie mit den Kaninchen-Erythrozyten (Tab. VIII).

Tabelle VIII.

0.006%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$ 

$\vartheta$	$a - x$	$k$
75 Min.	90	0.00061
100 "	83	0.00080
135 "	80	0.00072
175 "	76	0.00068

0.008%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$ 

25 Min.	96	0.0007
50 "	90	0.0009
80 "	78	0.0013
120 "	57	0.0020

0.02%  $\text{HgCl}_2$ ,  $t = 18^\circ$ 

40 Min.	88	0.0013
65 "	73	0.0021
85 "	55	0.0030
105 "	35	0.0043

Der Temperatureinfluß auf die Geschwindigkeit der Hämolyse der Hunde-Erythrozyten ist geringer;  $k$ , welche durchschnittlich 0.0007 ( $t = 18^\circ$ ,  $c = 0.006\%$   $\text{HgCl}_2$ ) beträgt, steigt bei  $32^\circ$  bis 0.00268. Daraus folgt, daß

$$\frac{k_{t+10}}{k_t} = 2.6.$$

Die Wirkung auf die Reaktionsgeschwindigkeit einer größeren Anzahl von hämolytischen Mitteln ist von Madsen, Walbum und Noguchi<sup>1)</sup> untersucht worden. Diese Untersuchungen betreffen hauptsächlich die Bestimmung der charakteristischen Konstanten  $\mu$  auf Grund der Formel:

<sup>1)</sup> Madsen et L. Walbum, Bull. de l'Académie des Sciences du Danemark, 1904, S. 430. Madsen et Noguchi, ebda S. 459.



$$\frac{v_1}{v_0} = e^{\frac{\mu}{R} \left( \frac{T_1 - T_0}{T_1 T_0} \right)},$$

wo  $v_1$ ,  $v_0$  die Reaktionsgeschwindigkeiten bei den absoluten Temperaturen  $T_0$ ,  $T_1$  und  $R$  die Gaskonstante bedeuten. Es ist dies die Gleichung von Arrhenius, welche die Beziehung zwischen der Reaktionskonstanten und der Temperatur darstellt und in folgender Gestalt mehr geläufig ist:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{A}{T^2}.$$

In der chemischen Kinetik wird  $\mu$  aus den Reaktionskonstanten bei verschiedenen Temperaturen berechnet. Madsen schlägt einen anderen Weg ein, welchen auch wir für die Zahlen der Tabelle IX benutzt haben. Bei allen Bestimmungen von  $\mu$  wurden stets 10 cm<sup>3</sup> einer 2% Erythrozytensuspension genommen.

Tabelle IX.

Kuh - Erythrozyten, HgCl<sub>2</sub> 0.1%.

$\vartheta$	$T$	$H$	$v$
20 Min.	293	5	3.024
"	298	"	5.000
"	303	"	8.333
"	308	"	14.285
"	313	"	27.027
"	318	"	62.500

Nach der Formel:

$$\mu = \frac{4.6 (\log v_1 - \log v)}{\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1}}$$

erhalten wir:

zwischen $t$	20° — 25°	$\mu = 17545$
	25° — 30°	$\mu = 18427$
	30° — 35°	$\mu = 20086$
	35° — 40°	$\mu = 24563$
	40° — 45°	$\mu = 33330$
	20° — 45°	$\mu = 22550$

Die Methode von Madsen ist keineswegs so einfach, wie es auf den ersten Blick scheinen mag. Der gleiche Grad der Hämolyse bei verschiedenen Temperaturen ist rein zufällig, da blindlings verschiedene Mengen der hämolytischen Substanz zugesetzt werden, um nur einen bestimmten Punkt ausfindig zu machen. Die Schwierigkeit, einen bestimmten Grad der Hämolyse zu treffen, steigert sich mit der Zunahme der Reaktionszeit. Bei einer Zeitdauer von 40 Minuten wird die Bestimmung von  $\mu$  nach Madsen fast unmöglich. Aus den Reaktionskonstanten, welche in gleichen Zeitabschnitten unter der Einwirkung von gleichen Konzentrationen (Tab. X) erhalten werden, ist sie dagegen leicht zu berechnen.

Tabelle X.

$\vartheta$	$c$		$T$	$H$	$k$
40 Min.	0.2 cm <sup>3</sup>	0.1% HgCl <sub>2</sub>	303	30	0.00387
"	"	"	297	16	0.00189
$\mu = 21481$					
60 Min.	0.2 cm <sup>3</sup>	0.1% HgCl <sub>2</sub>	303	50	0.00501
"	"	"	297	32	0.00279
$\mu = 17540$					
100 Min.	0.2 cm <sup>3</sup>	0.1% HgCl <sub>2</sub>	303	90	0.01000
"	"	"	297	80	0.00698
$\mu = 9826$					
50 Min.	0.04 cm <sup>3</sup>	0.1% HgCl <sub>2</sub>	318	35	0.00374
"	"	"	303	6	0.00053
$\mu = 25371$					
100 Min.	0.04 cm <sup>3</sup>	0.1% HgCl <sub>2</sub>	318	90	0.01000
"	"	"	303	12	0.00055
$\mu = 37218$					

Aus den letzten zwei Tabellen erhellt, daß die Größe von  $\mu$  nicht nur von der Reaktionszeit, sondern auch von der Temperatur abhängig ist. Infolgedessen ist die Übereinstimmung zwischen der Berechnung und dem Versuch weniger genau als bei Arrhenius oder Madsen. Die Berechnung von  $c$  auf Grund des kleinsten und des mittleren Wertes von  $\mu$  (Tab. VIII) zeigt folgende Übereinstimmung.

Tabelle XI.

$t$	gefunden	berechnet	
40°	0·037 cm <sup>3</sup>	0·025 cm <sup>3</sup>	0·028 cm <sup>3</sup>
35°	0·07 "	0·058 "	0·066 "
30°	0·12 "	0·112 "	0·128 "
25°	0·20 "	0·198 "	0·224 "
20°	0·32 "	0·331 "	0·381 "
		$\mu = 17545$	$\mu = 22550$ .

Die Tabellen VIII und IX weisen auf den außerordentlich schnellen Zuwachs von  $\mu$  hin, sobald die Temperatur von 35° überschritten wird. Um diese Erscheinung zu erklären, welche bis jetzt in hämolytischen Untersuchungen niemals festgestellt wurde, mußte man sich davon Rechenschaft geben, ob nicht etwa die höhere Temperatur eine Abnahme der Resistenz der Erythrozyten gegenüber der Einwirkung von hämolytischen Substanzen erzeuge. Zu diesem Zweck wurden 10 cm<sup>3</sup> einer 2% Erythrozytensuspension während einer Stunde der Einwirkung einer Temperatur von 45° ausgesetzt. Es ergab sich, daß unter der Wirkung dieser Temperatur allein 12% von Erythrozyten hämolytisch wurden. Setzte man nachträglich der Flüssigkeit in demselben Röhrchen 0·2 cm<sup>3</sup> von 0·1% HgCl<sub>2</sub> zu, so stieg die Hämolysenach 30 Minuten bei 18° auf 25. Die nicht vorgewärmten Erythrozyten ergaben unter denselben Umständen die Hämolysenach 3. Diese Tatsache erklärt nicht nur die Zunahme von  $\mu$  unter der Einwirkung der höheren Temperatur, sondern läßt vermuten, daß alle Bestimmungen von  $\mu$ , welche jemals bei einer Temperatur von über 35°–37° ausgeführt worden waren, zu große Werte aufweisen.

Die Abnahme von  $\mu$  mit zunehmender Reaktionszeit (bei Temperaturen unter 35°) gibt die Tabelle X wieder.

---

38. *Rozwój potylicy oraz kostek Webera u ryb karpiniowych. — Zur Entwicklungsgeschichte der Occipitalregion des Schädels und der Weber'schen Knöchelchen bei den Cyprinoiden.* Note de M. JÓZEF NUSBAUM m. c.

Nach den Untersuchungen von Sagemehl, Stöhr und Gaupp kommt es bei den Teleostiern in der Assimilierung der Anlagen



der drei ersten Wirbel (d. h. des Neokraniums) dem Palaeokranium lediglich zur Verschmelzung der Wirbelkörper und der oberen Bögen mit diesem letzteren.

Sagemehl behauptet, daß selbst bei den Cyprinoiden, wo der kolossale Pharyngealfortsatz des Occipitale basilare bei ausgewachsenen Individuen so sehr dem unteren Wirbelbogen der Lage nach zu entsprechen scheint, derselbe keineswegs für einen solchen gehalten werden kann, da er, wie die sehr spärlichen und dürftigen Angaben Sagemehls über die embryonale Entwicklung desselben belehren, nur bindegewebig präformiert wird und keine Spur einer knorpeligen Präformation aufweisen soll.

Meine embryologischen Untersuchungen an einem sehr reichen Material von *Cyprinus carpio* überzeugen mich dagegen, daß erstens der Pharyngealfortsatz embryonal als paarige Anhänge der Wirbel entsteht und nur sekundär infolge der Verwachsung der unteren Enden dieser Anhänge mittels einer viel später erscheinenden bindegewebigen Platte zum unpaarigen (für die Aorta) durchlöcherten Gebilde wird, zweitens daß diese paarigen Anhänge basal teilweise knorpelig, distal dagegen bindegewebig präformiert werden und somit sich ähnlich entwickeln wie die unteren Bögen der typischen, freien Wirbel.

Die embryologischen und topographisch-anatomischen Verhältnisse beweisen nach meinen Untersuchungen, daß der Pharyngealfortsatz der Cyprinoiden vollkommen den zusammengewachsenen unteren Bögen des zweiten und des dritten, wahrscheinlich aber auch des ersten dem Palaeokranium teilweise assimilierten Wirbels entspricht. Die knöcherne Spange, welche die Vagusöffnung von der großen occipito-lateralen Öffnung trennt, enthält den oberen Bogen des ersten, dem Kranium assimilierten Wirbels, diejenige Spange, welche die occipito-laterale Öffnung von der Occipitalöffnung (Foramen magnum) trennt, entspricht dem oberen Bogen des zweiten Wirbels; der obere Bogen des dritten Wirbels, dessen unterer Bogen mit dem unteren Bogen des zweiten und wahrscheinlich auch des ersten Wirbels zum Pharyngealfortsatz zusammengeschmolzen ist, verwandelt sich in die beiden Stapes; der Körper des dritten Wirbels verschmilzt dagegen mit dem Körper des zweiten und des ersten Wirbels zum Occipitale basilare. Das Occipitale basilare ist also ein Produkt der ersten drei Wirbelkörper. Das ganze Occipitale basilare ist knorpelig präformiert, nur der Pharyngealfortsatz

des Occipitale basilare ist teilweise knorpelig, größtenteils aber (distal) bindegewebig präformiert. Das Occipitale laterale ist teilweise knorpelig präformiert, teilweise entwickelt es sich aber ohne eine knorpelige Präformation; und zwar bindegewebig entwickelt sich die Spange, welche die occipito-laterale Öffnung vom Foramen magnum trennt und die horizontale Knochenplatte, welche den Weber'schen Sinus impar dorsal begrenzt. Wir sehen also, daß die allgemein als knorpelig präformiert angesehenen Knochen der Occipitalregion des Cyprinoidenschädels nicht in vollem Umfange knorpelig präformiert werden.

Das Occipitale superius ist nach meinen embryologischen Befunden ein Produkt des Zusammenwachsens der Processus spinosi der drei ersten dem Palaeokranium assimilierten Wirbel, in welcher Hinsicht meine embryologischen Befunde die auf Grund der vergleichenden Anatomie ausgesprochene scharfsinnige Meinung Sagemehl's bestätigen.

Die Crista Occipitalis superioris entwickelt sich nicht gleichzeitig mit diesem Knochen, sondern erst viel später und, wie mir scheint, ganz ohne knorpelige Präformation. Sie entspricht vollkommen den Schaltstücken, die ganz dorsal zwischen den Processus spinosi der Wirbel vorhanden sind.

Was die Weber'schen Knöchelchen: Claustrum, Stapes, Incus und Malleus anbelangt, so haben verschiedene Forscher, wie E. H. Weber, Baudelot, Grassi, Sörensen, Wright, Sidoriak, Frau Reis und ich selbst verschiedene Meinungen über den morphologischen Wert derselben ausgesprochen.

Die embryologischen Tatsachen, welche bis jetzt in dieser Hinsicht fast gänzlich fehlten (Grassi erwähnt einige diesbezügliche Tatsachen nur ganz nebenbei in einer kleinen Bemerkung), überzeugen mich von der Richtigkeit der Deutung, welche ich und meine Schüler (Reis, Sidoriak) gegeben haben, und zwar daß der Stapes dem oberen Bogen, das Claustrum einem Teile des Processus spinosus des ersten teilweise freien (also des dritten) Wirbels entsprechen, daß die Incus einen modifizierten oberen Bogen des nächstfolgenden Wirbels darstellt und zeitweise seitwärts das Rückenmark begrenzt (gegen Sagemehl) und daß endlich der Malleus sich als unterer Bogen samt Rippenanlage des folgenden Wirbels entwickelt, den ich auf Grund der embryologischen Tatsachen als einen fünften Wirbel bezeichnen muß.

Sowohl bei Embryonen, wie auch bei erwachsenen Exemplaren von Cyprinoiden existiert bekanntlich nur ein einziges Paar von spino-occipitalen Nerven (im Sinne Fürbringers), die hinter der Vagusöffnung durch die große occipito-laterale Öffnung nach außen treten. Dieses Nervenpaar entspricht dem mittleren Paare der Spinooccipitalnerven bei *Amia*, worin ich mit der Meinung Sagemehls, Fürbringers und Gaupps vollständig übereinstimme. Den Mangel eines Nerven, der hinter dem Cranium, und zwar zwischen demselben und dem Stapes nach außen treten soll, betrachte ich mit Sagemehl als eine wichtige Anpassung der ostariophysen (d. h. mit den Weber'schen Knöchelchen versehenen) Knochenfische, bei denen der erste freie Bogen (hier in Stapes umgewandelt) äußerst beweglich ist, weshalb der Nerv leicht verschiedenen Insulten ausgesetzt werden könnte. Im innigen Zusammenhange mit dem Mangel dieses Nerven steht aber die interessante, von mir konstatierte Tatsache, daß der hinterste Abschnitt des Occipitale laterale, d. h. die Spange, welche hinter dem Foramen occipito-laterale liegt. und der erste freie Bogen (Stapes) als ein anfangs ganz zusammenhängendes Ganze entstehen und daß hier eine der intervertebralen entsprechende Öffnung beim Embryo primär nicht zum Vorschein kommt und erst viel später, sekundär, infolge der Abgrenzung der erwähnten Spange vom Stapes entsteht.

Bei der Untersuchung der obigen. in mancher Hinsicht verwickelten Verhältnisse habe ich mich nicht nur der Quer- und Längsschnitte, sondern auch der Wachsplattenrekonstruktionsmethode (nach Born) bedient.

Eine ausführliche Arbeit mit Abbildungen wird nächstens an anderer Stelle erscheinen.

39. *Przyczynki do rozwoju zarodkowego chrząszczy. — Beiträge zur embryonalen Entwicklung der Coleopteren.* Note de M. J. HIRSCHLER présentée par M. J. Nusbaum m. c.

Obwohl die embryonale Entwicklung der Coleopteren im Vergleich mit derjenigen anderer Insektengruppen ziemlich eingehend untersucht wurde, sind dennoch manche Vorgänge ungenau erforscht geblieben, oder sie wurden von verschiedenen Autoren verschieden



dargestellt und theoretisch verschieden gedeutet. Angesichts dessen habe ich vor zwei Jahren Untersuchungen an *Donacia*-Eiern unternommen, die vielleicht zur genaueren Kenntnis der Coleopterenontogenie einigermaßen beitragen werden. Zwar wurde die Entwicklung von *Donacia* erst vor einem Jahre in einer Arbeit Friederichs<sup>1)</sup> behandelt, da ich aber hinsichtlich mancher Entwicklungsvorgänge zu anderen Resultaten gelangt bin als er und da ich manche Prozesse etwas genauer zu durchforschen imstande war, wobei ich auch die von ihm unberücksichtigt gelassenen Fragen über die Keimstreifssegmentierung, die Anlage der Extremitäten und die Entwicklung wichtigerer Organsysteme (Blutsystem, Tracheensystem) mit in den Bereich meiner Studien gezogen habe, fühle ich mich veranlaßt, die Ergebnisse meiner Untersuchungen zu veröffentlichen.

### 1. Technisches Verfahren.

Im technischen Verfahren komme ich Friederichs sehr nahe: Die Kokone wurden in einige Teile, von denen jeder 8 bis 10 Eier enthielt, zerlegt, dann wurde jedes Ei mit einer spitzen Nadel durchstoßen und in einer aus gleichen Teilen von 3% wässriger Salpetersäure und konzentrierter wässriger Sublimatlösung bestehenden Mischung zwei bis drei Stunden fixiert. Nachdem die Eier eine Reihe von Alkoholen passiert hatten, brachte ich sie für kurze Zeit in Xylol, dann auf 24 Stunden in eine gesättigte Lösung von Paraffin in Xylol und endlich auf 2 bis 3 Stunden in den Brutschrank, in reines Paraffin. Nach diesem Verfahren waren die Eier ganz gut eingebettet und vollkommen schnittfähig und wurden sämtlich in 5 bis 6 Mikronen dicke Schnitte zerlegt. Um mich über die blastokinetischen Keimstreifsumlagerungen zu unterrichten und um die von außen sichtbaren Entwicklungsveränderungen studieren zu können, schälte ich die Eier aus den Kokonen heraus; hierauf wurden sie angestochen und in eine Thioninlösung oder in Boraxkarmin gebracht, wobei sie sich nach erfolgter Differenzierung in reinem oder angesäuertem Alkohol zu den oben erwähnten Studien als ganz geeignet erwiesen.

Zur Schnittfärbung gebrauchte ich hauptsächlich Delafields Hä-

<sup>1)</sup> Friederichs: Untersuchungen über d. Entstehung der Keimblätter u. Bildung des Mitteldarmes bei Käfern (Nov. Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Bd. 85, 1907).

matoxylin, seltener Hämalaun und Hämatoxylin nach Apathy; zur Nachfärbung der Schnittserien verwendete ich eine Mischung von Säurefuchsin und Orange oder eine wässrige Eosinlösung. Ich stellte auch Proben mit metachromatisch färbenden Stoffen an, wonach die Schnitte nicht in Balsam, sondern in Lävulose eingeschlossen wurden, erhielt aber mittels dieser Färbemethoden keine genügend lehrreiche Kontrastfärbung.

In einigen Fällen, wo sich die Entwicklungsverhältnisse sehr kompliziert gestalteten, so daß die Schnittserien keine befriedigende Aufklärung über die Topographie einzelner Gebilde geben konnten, fühlte ich mich gezwungen, Wachsplattenrekonstruktionen anzufertigen, die mir erst ein genaues Verständnis der ersteren ermöglichten.

## 2. Resultate der Untersuchungen.

### a) Entwicklung und Differenzierung des Ektoderms, Anlage der Geschlechtszellen.

Meine Untersuchungen habe ich mit einem Stadium begonnen, welches im Innern des Dotters einige unregelmäßig zerstreute Kerne aufwies. Die Zahl dieser Kerne vergrößert sich in älteren Stadien und sobald sie ziemlich ansehnlich geworden ist, beginnen manche von ihnen gegen die Eiperipherie zu wandern und die Entwicklung des Ektoderms einzuleiten, während andere im Eiinnern verbleiben. Da diese Wanderung gegen die Eioberfläche nicht überall gleich schnell von statten geht, entwickelt sich das Ektoderm nicht an allen Stellen gleichzeitig, sondern in gewissen Zeitintervallen. Zuerst gelangen die Kerne an die Eioberfläche von der Ventralseite und hier kommt es zuerst durch tangential Teilungen der Zellen zur Entwicklung des Ektodermepithels; erst später erscheint dieses auf der Höhe der Äquatorialregion, auch an den Seiten und auf der Dorsalfläche des Eies, während es zuletzt an der Dorsalseite in der Umgebung beider Eipole ausgebildet wird. Somit ist das Ektoderm an der ganzen Eiperipherie angelegt.

Noch bevor die Entwicklung des Ektoderms abgeschlossen ist, kann man am hinteren Eipol, etwas ventralwärts, einen kleinen Zellenhaufen wahrnehmen, welcher unter der Eiperipherie zu liegen kommt und dessen Elemente in bezug auf ihre Größe und Färbung ein anderes Aussehen haben als die übrigen Kerne, respektive Zellen; diese Zellenanhäufung stellt die Genitalanlage dar, die später gegen

die Eiperipherie vorrückt und am hinteren Eipol auf gleichem Niveau mit dem übrigen Ektoderm gelegen ist. Ich war somit imstande, die Differenzierung der Genitalanlage noch vor der vollständigen Ektodermentwicklung festzustellen, worin ich mit der Angabe Lecaillons<sup>1)</sup> übereinstimme, aber der Angabe Friedrichs, nach welchem die Genitalanlage sich erst aus dem Ektoderm entwickelt, nicht beipflichten kann.

Es sind nun an diesem Stadium dreierlei Elemente zu unterscheiden: Erstens die Dotterkerne, die im ganzen Dotter unregelmäßig zerstreut sind, zweitens die polar gelegene Genitalanlage und drittens das periphere Ektoderm, welches vollständig aus etwas abgeflachten, fast kubischen Zellen aufgebaut ist.

Erst in älteren Stadien zeigt das Ektodermepithel eine histologische Differenzierung. In der Mitte der Dorsalfäche erscheint ein rundliches Feld, welches aus abgeflachten Zellen besteht; dasselbe wird später in das Eiinnere eingestülpt und unterliegt dort einer totalen Degeneration. In noch älteren Stadien, im unmittelbaren Anschluß daran, werden wir in den zwei ersten Dritteln der Dorsalfäche eines parallel zur Eilängsachse verlaufenden Streifens gewahr, der auch aus flachem Epithel zusammengesetzt ist und der sich bald nach vorn verbreitert, bis er endlich den vorderen Eipol kappenartig umgreift. Gleichzeitig differenziert sich das übrige Ektoderm in zwei lateral gelegene Seitenplatten und in eine ventrale Mittelplatte, die sich nicht nur an Schnitten voneinander unterscheiden lassen, sondern auch bei Betrachtung des Eies in toto durch die verschiedene Anordnung der Kerne voneinander differieren. An den Seitenplatten sind nämlich die Kerne in quer zur Eilängsachse verlaufenden Reihen angeordnet, während sie in der Mittelplatte unregelmäßig nebeneinander zu liegen kommen. Die Grenze zwischen den drei genannten Platten tritt am deutlichsten auf der Höhe der Äquatorialregion des Eies auf, während sie nach vorn und hinten an Deutlichkeit verliert und in der Nähe der Eipole vollständig verschwindet. Es hat sich somit in diesem Stadium das Ektoderm in zwei histologisch verschiedene Regionen differenziert: in einen dorsal und polar gelegenen Streifen, der aus flachem, großkernigem Epithel zusammengesetzt ist, das Hüllen-

<sup>1)</sup> Lecaillon A.: Recherches sur l'oeuf et sur le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides (Paris, 1898).



ektoderm, und eine lateral und ventral gelegene Partie, die den hinteren Eipol umgreift und aus kubischem Epithel besteht, das Keimektoderm.

An späteren Stadien gestalten sich die Verhältnisse folgendermaßen: Das Hüllenektoderm, welches einstweilen auf einen ziemlich kleinen Teil der Eioberfläche beschränkt war, verbreitet sich immer weiter und geht auf beide Seiten des Eies über, während sich gleichzeitig das Keimektoderm auf die Ventralseite zurückzieht, den hinteren Eipol aber wie vorher umgreift. Diese Vergrößerung des Hüllenektoderms und die Verkleinerung des Keimektoderms müssen wir uns durch zwei Faktoren verursacht denken, erstens durch die Zusammenziehung des letzteren und die immer stärkere Dehnung des ersteren und zweitens durch die Umdifferenzierung eines Teiles des Keimektoderms zugunsten des Hüllenektoderms.

Das auf die Ventralseite beschränkte Keimektoderm erscheint in etwas älteren Stadien noch schmaler und besitzt das Aussehen eines streifenartigen Gebildes, welches sich später zum definitiven Keimstreif mit verbreiterter Kopflappenregion entwickelt.

#### b) Über die äußeren Entwicklungsveränderungen und die Blastokinese des Keimstreifs.

Der frisch entwickelte Keimstreif weist an der Ventralseite in der Nähe des hinteren Eipoles eine Einsenkung auf, wodurch ein ziemlich großer Teil desselben in den Dotter eingestülpt wird. Diese Einsenkung stellt uns die Amnionhöhle dar, während der weiter gegen den Pol gelegene Eiabschnitt, welcher die Höhle von hinten umgreift, als die hintere Amnionfalte aufzufassen ist. Durch die Entwicklung der Amnionhöhle wird der Keimstreif gegen das übrige Keimektoderm begrenzt, während er die vordere Wand der Amnionhöhle bildet und bis auf deren Grund reicht; die hintere Wand dieser Höhle gehört aber schon der Amnionfalte selbst an. Das in den Dotter versenkte hintere Ende des Keimstreifs wird an älteren Stadien noch tiefer in den Dotter hineingezogen, so daß ein ziemlich beträchtlicher Abschnitt dessen immers zu liegen kommt. Erst allmählich Hand in Hand damit, wie sich die Amnionfalte stärker entwickelt und auf die Ventralseite des Eies umschlägt, ändert sich auch die Lage des Keimstreifs. Er geht nämlich zuerst in eine typische Dorsalkrümmung und später in eine Ventralkrümmung über, die dadurch zustande kommt, daß sich die drei letzten Segmente

nach der Ventralseite umbiegen. Da die Ventralkrümmung, wie es sich aus dem vorher Gesagten ergibt, bei *Donacia* schwach ausgebildet ist und viel Ähnlichkeit mit der entsprechenden Lage des Orthopterenembryos hat, wäre es richtiger, sie als Kaudalkrümmung zu bezeichnen.

Gleichzeitig mit den blastokinetischen Umlagerungen findet die Segmentierung des Keimstreifens statt. Der junge, nur am Hinterende in den Dotter eingekrümmte Keimstreif läßt deutlich zwei Abschnitte erkennen: die Kopflappenregion oder das Protocephaleum, wie sie Graber<sup>1)</sup> nennt, und den Protocormus, die voneinander durch eine beiderseitige, deutliche Einkerbung abgegrenzt sind. Hinsichtlich der weiteren Segmentierung müssen wir beide Körperabschnitte als Makrosomiten auffassen, während der Keimstreif auf dieser Stufe der Entwicklung ein dimerisches Stadium darstellt. Die Segmentierung schreitet später weiter fort, indem das dimerische Stadium in ein tetramerisches übergeht. Der erste Abschnitt dieses Stadiums entspricht dem Protocephaleum des vorigen, der zweite bildet das Gnathocephaleum, der dritte birgt in sich die zwei ersten Thorakalsegmente und aus dem vierten entwickeln sich das Thorakalsegment und sämtliche Abdominalsegmente. Dann zerfallen alle Makrosomiten in definitive Körpersegmente, deren Zahl 20 beträgt und von denen drei der cephalen, drei der gnathalen, drei der thorakalen und elf der abdominalen Keimstreifregion zukommen. Vergleichen wir die ganze Segmentierung des *Donacia*keimstreifens mit dem nämlichen Vorgang bei anderen Insekten, so erkennt man leicht, daß ihr eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten zukommt, die entweder nur wenigen anderen Formen, oder nur ausschließlich ihr eigen sind. Hier ist vor allem die primäre Segmentierung zu erwähnen, die nur bei einigen Insekten bis jetzt wahrgenommen wurde und die, wie bekannt, erst sekundär in die definitive Körpersegmentierung übergeht. Weiter ist hier die Entwicklung des dritten Thorakalsegmentes hervorzuheben, die sich bei *Donacia* anders als bei anderen Formen gestaltet.

Sobald der Keimstreif in die definitiven Körpersegmente zerfallen ist, erscheinen die Anlagen der Extremitäten. Zuerst werden die Antennen angelegt, erst später, fast gleichzeitig, bilden sich auch das La-

<sup>1)</sup> Graber V.: Vergleichende Studien am Keimstreifen der Insekten (Denkschriften d. Akad. Wiss. Wien., Bd. 57, 1890).

bium, die Mandibeln, die Maxillar und die Thorakalbeine aus. Am Interkalarsegment sind zwei Höcker wahrzunehmen, die dem hinteren Stomodäalrand dicht anliegen und sich auf der Höhe der Antennen befinden. Gleichzeitig damit differenzieren sich die Körpersegmente in eine schmale, mediane und zwei laterale Sternitplatten und in die weiter nach außen gelegenen Tergitabschnitte. Durchmustern wir eine Reihe von Keimstreifen steigenden Alters, so sehen wir, daß sämtliche cephalen und gnathalen Anhänge ihre frühere Lage geändert haben. Die Antennen haben sich vor das Stomodäum vorgeschoben, und die Mandibeln wie auch beide Maxillenpaare sind näher an dasselbe gerückt. Nur die Höcker am Interkalarsegment bewahren ihre Lage wie vorher und erscheinen stärker entwickelt; auch am ersten Abdominalsegment läßt sich jetzt zu beiden Seiten ein keulenartiges Gebilde wahrnehmen, welches in einer Reihe mit den Thorakalextremitäten liegt. Zunächst differenziert sich das Labrum in einen vorderen Abschnitt, den Clypeus, und in einen paarigen hinteren, der die Stomodäalöffnung deckelartig schließt, die Antennen rücken noch weiter voran, die Mandibeln kommen zu beiden Seiten des Stomodäums, die Maxillen aber etwas dahinter zu liegen, während das zweite Maxillenpaar zum Labium verschmilzt. Unterdessen haben sich die Kopflappen dorsalwärts gebogen und an der Dorsalseite vereinigt, wodurch es zur Ausbildung des Frons kommt; die in die Breite gewachsenen Tergite der Gnathalsegmente machen dieselbe Biegung mit und vereinigen sich an der Dorsalfläche alle miteinander zu einer Platte, die uns den Vertex darstellt. Die Sternite der Gnathalsegmente und das Interkalarsegment sind auch miteinander verschmolzen und entwickeln sich somit zum Hypopharynx. Im Gegensatz zu den Angaben anderer Autoren, die das Interkalarsegment verschwinden lassen, konnte ich feststellen, daß es mit dem Sternit des Mandibularsegmentes verschmilzt und dadurch zum Aufbau des Hypopharynx beiträgt. Seine Existenz ist zureichend durch die Anwesenheit der vorher erwähnten Höcker bewiesen, die in älteren Stadien ganz deutlich zu erkennen sind und den vorderen Abschnitt der Hypopharynxplatte bilden.

c) Die Entwicklung der Eihüllen, des s. g. unteren Blattes und des Darmes.

Wie man aus dem vorher Gesagten erschen kann, entwickelt sich zuerst die hintere Amnionfalte, die von Anfang an sich auf



den ganzen hinteren Eipol erstreckt und einen paarigen Aufbau aufweist. Sie geht nämlich ventralwärts in zwei Lappen über, zu denen in älteren Stadien noch ein dritter viel mächtiger entwickelter Amnionlappen hinzutritt, welcher etwas links am Boden der Amnionhöhle angelegt wird, später aber ventralwärts voranwächst und teilweise die Amnionhöhle deckelartig bedeckt. In noch älteren Stadien verschmelzen alle drei Amnionlappen zu einer Amnionfalte, die das Aussehen ähnlicher, aus der Entwicklung anderer Insekten bekannter Gebilde hat. Gleichzeitig mit der Ausbreitung der hinteren Amnionfalte nach der Ventralseite erscheinen im Anschluß an sie auch die seitlichen Amnionfalten und bald darauf kommt es auch zur Anlage der vorderen Amnionfalte, die anfangs paarig ist, später aber sich in ein unpaariges Gebilde umdifferenziert. Sobald die mit den seitlichen Amnionfalten verschmolzene hintere Amnionfalte fast die Mitte des Keimstreifs erreicht hat, erkennen wir, daß sich auch die vordere nach hinten erstreckt und sich auch mit den seitlichen Falten vereinigt. Durch weiteres Voranwachsen aller Amnionfalten kommt es endlich ein wenig vor der Mitte des Keimstreifs zur Verwachsung aller Falten miteinander, wodurch die Entwicklung des Amnions und der Serosa vollendet ist.

Wie ich mich an Längs- und Querschnitten überzeugen konnte, besteht die innere Lamelle sämtlicher Amnionfalten aus Keimektoderm, während die äußere aus Hüllenektoderm aufgebaut ist; eine Ausnahme davon macht nur die hintere Amnionfalte, deren äußere Lamelle teilweise, nämlich dort, wo sie in die innere übergeht, aus Zellen des Keimektoderms zusammengesetzt ist. Angesichts dessen können wir das Amnion bei *Donacia* als ein Produkt des Keimektoderms betrachten, während die Serosa fast gänzlich aus Hüllenektoderm besteht.

Vergleichen wir die Entwicklung der Eihüllen bei *Donacia* mit derjenigen anderer Insekten, so weist sie einige charakteristische Momente auf, die anderen Formen zu fehlen scheinen. Dies trifft vor allem für die Entwicklung der hinteren Amnionfalte zu, die sich bei *Donacia* ziemlich kompliziert gestaltet und worüber mir erst Plattenrekonstruktionen genügende Aufklärung gegeben haben. Auch die Abstammung des Amnions aus dem Keimektoderm scheint nicht allen Insekten zuzukommen, denn es sind uns aus der Literatur Formen (Lepidopteren, manche Orthopteren) bekannt, bei denen sich dasselbe aus dem Hüllenektoderm entwickelt.

Gleichzeitig mit der Entwicklung der Amnionfalten wird auch der Gastrulationsvorgang eingeleitet. Man erblickt zuerst in der mittleren Region des Keimstreifens eine ziemlich seichte, rinnenartige Einstülpung, die nach vorn und hinten allmählich verschwindet. Längs dieser Rinne wird die Mittelplatte unter die Eioberfläche verdrängt. Während die Seitenwände dieser Rinne aus einer Zellschicht aufgebaut sind, erscheint ihr Boden viel dicker und hier liegen die Zellen in mehreren Schichten übereinander. An denselben Querschnitten läßt sich in den Seitenplatten an der Grenze der Rinne eine schwache Zellenwucherung wahrnehmen, die zur Vergrößerung des unteren Blattes beiträgt. Die Gastralrinne — denn diesen morphologischen Wert wollen wir dieser Einstülpung geben — erstreckt sich später bis an den hinteren Eipol, wo sie ihre größte Tiefe erreicht. Nachdem sie sich in der mittleren Eiregion geschlossen hat, hinten aber noch weiter unverändert verbleibt, werden wir im ersten Eidrittel einer ähnlichen aber ganz seichten, rinnenartigen Einstülpung gewahr. Im Gegensatze zum hinteren Ende reicht hier die Rinne nicht bis an den Rand des Keimstreifs, sondern erstreckt sich nur bis zur Mitte der Kopflappenregion, bis zur Stelle, wo später das Stomodäum angelegt wird. In einer Reihe älterer Stadien gestalten sich nun die Verhältnisse folgendermaßen: Zuerst schließt sich die Rinne im vorderen Keimstreifabschnitt, zuletzt aber in der hinteren Keimstreifsregion. Während aber in der Mitte und vorn gleichzeitig mit dem Abschluß des rinnenartigen Blastoporus auch sein Lumen verschwindet, bleibt es in dem hinteren Abschnitt, da sich hier die Blastoporusränder nur an der Keimstreifsoberfläche vereinigen, noch eine gewisse Zeit erhalten und ist somit als Urdarmhöhle zu betrachten.

Nachdem das Lumen auch im hinteren Abschnitt verschwunden ist, stellt sich zwischen dem Ektoderm und dem unteren Blatt eine deutliche Grenze ein. Sie erscheint zuerst in der mittleren Region, tritt später im ersten Eidrittel auf und wird zuletzt auch im dritten (letzten) sichtbar. Dadurch kommt es zu einer vollständigen Trennung des Ektoderms von dem unteren Blatte, welches ich für das Entoderm halte. Durchmustern wir eine Querschnittserie im Stadium, in welchem die Trennung beider Keimblätter eben stattgefunden hat, so zeigt das Entoderm folgenden Bau: In der ganzen mittleren Region des Keimstreifs hat es die Gestalt einer Platte, welche aus einer Schicht rundlicher Zellen besteht, am hinteren Ende erkennen

wir eine etwas stärkere Zellenanhäufung, die aus zwei bis drei Zellschichten besteht, am äußersten vorderen Ende erscheint es wiederum plattenartig, ändert aber nach hinten sein Aussehen und weist auf der Höhe, wo das Stomodäum angelegt wird, einen deutlich dreiteiligen Bau auf; wir unterscheiden hier eine etwas stärkere mediane Zellenanhäufung, welcher von beiden Seiten einschichtige Platten anliegen. In älteren Stadien erscheint das Entoderm längs der ganzen mittleren Region in drei parallel verlaufende Streifen geteilt, von denen der mittlere, dünne nach vorn und hinten in die erwähnten größeren Zellenanhäufungen übergeht und uns das sekundäre Entoderm darstellt, während die seitlich gelegenen aus zwei Zellschichten aufgebaut sind und als Mesoderm aufgefaßt werden müssen.

Kurz darauf wird man sowohl am hinteren wie auch am vorderen Keimstreifende, etwa auf der Höhe der Zellenanhäufungen, einer Einstülpung gewahr; diese Einstülpungen stellen uns das Stomodäum und Proktodäum dar. Die sich nach innen allmählich vertiefenden Einstülpungen ziehen einen Teil der die Zellenanhäufung aufbauenden Elemente mit in den Dotter und werden von diesen kappenartig bedeckt. Ein weit größerer Teil, hauptsächlich der vorderen Zellenanhäufung, verbleibt auf seiner früheren Stelle und liegt dem Stomodäum von hinten dicht an. Die zuerst unpaarig gebaute Entodermanhäufung bekommt allmählich einen paarigen Bau, bleibt immer im Zusammenhange mit den das Stomodäum bedeckenden Zellen und bildet sich später zu den Mitteldarmdrüsen aus, deren Entwicklung ich schon vorher kurz beschrieben habe. Indessen vermehren sich die Entodermzellen am Stomodäalende und es kommt am unteren Rande desselben zur Entwicklung eines kleinen, schaufelartigen Gebildes, welches uns die Anlage des Mitteldarmepithels darstellt und welches sich an der Dotteroberfläche nach hinten zu erstreckt. Nachdem auch am Proktodäum ein ähnliches entodermales Gebilde angelegt wird, erscheint am unteren Rande des Stomodäums ein kurzes Schaufelchen, welches ektodermaler Herkunft ist und dem entodermalen Epithel von außen anliegt. Beide entodermalen Schaufelchen wachsen nun längs des Dotters gegeneinander, und gleichzeitig wandert eine gewisse Zahl von Zellen des medianen Entodermstreifens an die Dotteroberfläche und bedeckt den Dotter an Stellen, wohin die entodermalen Schaufelchen noch nicht gelangt sind. Durch rege, zur Dotteroberfläche



tangentiale Zellenteilungen im Bereiche der entodermalen Schaufelchen kommt es zur Vereinigung ersterer mit den in der mittleren Keimstreifpartie dem Dotter anliegenden Zellen zu einer einheitlichen entodermalen Platte, die den Dotter von der Ventralseite bedeckt und das Mitteldarmepithel darstellt. Letzteres wächst zu beiden Seiten des Dotters empor und schließt sich auf der Dorsalseite zu einem Mitteldarmrohr zusammen.

Auf Grund meiner Untersuchungen komme ich zu dem Schlusse, daß bei *Donacia* der Mitteldarm fast gänzlich aus Entoderm aufgebaut ist und nur ein kleiner Abschnitt desselben, in der Nähe des Stomodäums, wo die kurze Ektodermschaufel zur Entwicklung gelangt, sowohl aus entodermalen wie auch ektodermalen Elementen besteht. Ich kann somit den Angaben Friederichs durchaus nicht beistimmen, wenn er den Mitteldarm als ein ektodermales Gebilde betrachtet; anderseits bin ich aber in der Lage, die Beobachtungen anderer Autoren (Wheeler<sup>1)</sup>, Heider<sup>2)</sup>, Schwangart<sup>3)</sup>, Nusbaum und Fuliński<sup>4)</sup>) und die meinigen<sup>5)</sup> an anderen Insekten zu bestätigen, indem alle einstimmig den Mitteldarm der Pterygoten vom Entoderm herleiten.

#### d) Die Entwicklung der Blutgefäße.

Die zu beiden Seiten des Entoderms liegenden Mesodermstreifen bilden sich während der weiteren Entwicklung, wie bekannt, zu einer Reihe metamer hintereinander angeordneter cölomatischer Säcke um, die in ihrem Innern ein Lumen aufweisen, welches uns die sekundäre Leibeshöhle darstellt. Sobald die Cölomsäcke an Größezugenommen haben und ihr Lumen mit dem Epineuralsinus in Verbindung getreten ist, erkennt man zu beiden Seiten des Keimstreifs,

<sup>1)</sup> Wheeler W.: The embryology of *Blatta germanica* and *Doryphora decemlineata* (Journ. Morph., Vol. 3, 1889).

<sup>2)</sup> Heider K.: Die Embryonalentwicklung von *Hydrophilus piceus* L. (Jena, 1889).

<sup>3)</sup> Schwangart F.: Studien zur Entodermfrage bei den Lepidopteren (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 76, 1904).

<sup>4)</sup> Nusbaum J. u. Fuliński B.: Über die Bildung der Mitteldarmanlage bei *Phyllodromia (Blatta) germanica* L. (Zool. Anzeiger, Bd. 30, 1906).

<sup>5)</sup> Hirschler J.: Spostrzeżenia nad rozwojem zarodkowym motyli (Archivum Naukowe, Dz. II, T. 1, 1907) (polnisch). [Entwicklungsgeschichtliche Studien an Lepidopteren (Wiss. Archiv, Kl. II, Bd. 1, 1907)].

neben dem Dotter, an der Stelle, wo das splanchnische Mesoderm in das somatische übergeht, eine etwas größere, rundliche Zelle, die sich durch ihre hellere Färbung von den übrigen Mesodermzellen unterscheidet und die als Kardioblast aufzufassen ist. Die Differenzierung der Kardioblasten findet in allen Cölomdivertikeln gleichzeitig statt, wobei sie sich alle in oro-aboraler Richtung zu einer Reihe anordnen; auf einem Längsschnitte durch den Embryo dieses Stadiums, erscheinen die aneinander gereihten Kardioblasten, wie ein Epithel, welches aus kubischen, hellen, mit großen Kernen versehenen Zellen zusammengesetzt ist und welches nach hinten bis zum 9. Abdominalsegment, nach vorn aber bis zum Mandibularsegment reicht.

In älteren Stadien wächst das lateral gelegene Mesoderm immer weiter dorsalwärts empor, wodurch auch die Kardioblasten näher gegen die Dorsalseite vorrücken; dabei verändern sie ihre Gestalt und verwandeln sich in spindelförmige Zellen, die dem Dotter enge anliegen, so daß es bei *Donacia* nie zur Entwicklung lateraler Blutsinusse kommt, die uns aus der Ontogenie anderer Insekten bekannt sind. Sobald das Mesoderm schon fast den ganzen Dotter umwachsen hat und auf die Dorsalseite des Eies übergegangen ist, vereinigen sich die von beiden Seiten gegeneinander vorrückenden Kardioblasten zu einem Rohr, welches das Dorsalgefäß darstellt. Die Entwicklung des Herzrohres kommt aber nicht in allen Regionen zugleich und auf dieselbe Weise zustande. Am frühesten vollzieht sie sich in den hinteren Abdominalsegmenten, wo die Kardioblasten sich zuerst von der Ventralseite vereinigen und somit eine Rinne bilden, die anfangs nach oben offen steht. Erst später kommt es zur Verlötung ihrer Ränder von der Dorsalseite und damit ist das allseitig geschlossene Herzrohr entwickelt. In allen übrigen Regionen des Keimstreifs verschmelzen dagegen die Kardioblasten zuerst dorsal und erst später ventral.

Bevor es aber noch zum Abschluß der Herzrohres gekommen ist, konnte ich an jüngeren Stadien, auf der Höhe des Proktodäalendes und weiter nach vorn ziemlich interessante Verhältnisse beobachten, die wie mir scheint, bis jetzt noch bei keinem Insekt beschrieben worden sind. Auf der Höhe des Proktodäalendes geht nämlich das nach unten offene Herzlumen in einen Spalt über, welcher sich weiter ventralwärts erstreckt und das Proktodäum ringartig umgibt. In seiner dorsalen Partie ist dieser Spalt von

beiden Seiten durch eine dünne Mesodermmlamelle begrenzt, die nach oben an die Kardioblasten anschließt, nach unten aber mit dem splanchnischen Mesoderm verwachsen ist. Dagegen in der ventralen ringartigen Partie bildet seine äußere Wand das splanchnische Mesoderm, seine innere aber das ektodermale Proktodäumepithel. Vergleichen wir diese Entwicklungsverhältnisse mit ähnlichen Vorgängen bei anderen Tieren (z. B. Anneliden), so können wir die Mesodermmlamellen, welche zwischen dem Herzen und dem Proktodäum zu liegen kommen, als ein Mesenterium betrachten, welches in sich einen nach unten in den ringförmigen Darmblutsinus, nach oben aber in das Herzlumen übergehenden Kanal birgt. Wir müssen aber gleich dabei betonen, daß der zuletzt erwähnte Darmblutsinus nicht mit ähnlichen Spalten bei anderen Tieren (Anneliden) gleichzusetzen ist, wo er wie bekannt vom Mesoderm und Entoderm begrenzt wird, während in unserem Falle seine Wände aus Mesoderm und Ektoderm (Proktodäum) bestehen. Wir müssen somit diesen Blutsinus als eine Einrichtung *sui generis* ansehen, die übrigens von kurzer Dauer ist und nach dem vollständigen Abschluß der Herzrohres total verschwindet. Ähnliche kurzdauernde, ein Lumen im Innern aufweisende Mesenteriallamellen konnte ich auch in einigen Fällen in der mittleren Region des Embryos wahrnehmen, wo aber das Lumen sich nicht in eine ringförmige Partie erstreckt, sondern an das entodermale Mitteldarmepithel stößt und blind endet. Da hier der Mesenterialkanal vom Mesoderm und Entoderm begrenzt wird, könnte er hier schon mit dem Darmblutsinus der Anneliden homologisiert und als ein stark rudimentärer Darmblutsinus der Insekten betrachtet werden.

Während der Abschluß des Herzrohres am hinteren Ende schon stattgefunden hat und die Kardioblasten sich in der mittleren Region noch nicht miteinander verlötet haben, kommt es zur Ausbildung der Kopfaorta, die gewissermaßen unabhängig von der Entwicklung des Herzrohres vor sich geht. Die Cölomdivertikel auf der Höhe des Interkalarsegments, deren Lage ich genau auf Grund der Wachsplattenrekonstruktion kennen gelernt habe, behalten im Gegensatz zu den übrigen Mesodermsäcken ihr Lumen auch in den älteren Stadien und verschieben sich etwas dorsalwärts, so daß sie über dem Stomodäum und zwischen den Gehirnganglien zu liegen kommen. Ihre medianwärts zugekehrten Wände schließen sich zu einem Rohr zusammen, zur Kopfaorta, dagegen ihr ganzer late-



raler, sich über dem Gehirn ausbreitender Abschnitt wird zur Adventitia. Sobald das Herz auch weiter nach vorn geschlossen erscheint, verbindet es sich mit der Kopfaorta zu einem Rohr.

Aus dieser Darstellung ergibt sich zweierlei: Erstens, daß die Kopfaorta sich selbständig entwickelt, und zweitens, daß sie dem Interkalarsegment, nicht aber dem Antennensegment, wie Heymons behauptet, entstammt.

#### e) Zur Entwicklung des Nerven- und Tracheensystems.

Sobald die Dorsalkrümmung ihr Maximum erreicht hat und die Proktodäal- und Stomodäaleinstülpung angedeutet sind, erscheinen längs des Keimstreifs zwei ektodermale, median liegende Erhebungen — die Neuralwülste, die sich nach hinten bis an das Ende des Embryos erstrecken und nach vorn auf die Kopflappenregion übergehen. An Querschnitten durch den Embryo des betreffenden Stadiums sieht man, daß das Ektoderm sich längs der Neuralwülste in zwei Schichten differenziert hat, in eine äußere, dermatogene Schicht, die aus gewöhnlichen Ektodermzellen besteht, und in eine innere, dickere, die aus größeren, hellen Zellen — den Neuroblasten — aufgebaut ist. Die Zahl der Neuroblasten ist bei *Donacia* konstant und beträgt sechs Zellen, die zu drei an beiden Seiten liegen. Zwischen den Neuralwülsten sieht man eine Rinne, deren Wand auch zweischichtig ist, wobei die innere Zellschicht die Anlage des medianen Nervenstranges bildet. Eine ähnliche Differenzierung des Ektoderms läßt sich auch in der Kopflappenregion beobachten, wo natürlich die Zahl der Neuroblasten viel größer ist. Durch rege Teilung sämtlicher Neuroblasten bilden sich in jedem Segment größere Nervenzellenanhäufungen, die Ganglien darstellen; da nun der *Donacia*-keimstreif 20 Segmente besitzt, so kommt es auch zur Entwicklung von 20 Ganglienpaaren. In älteren Stadien werden die Kommissuren angelegt: Zuerst entstehen die Querkommissuren, die ein jedes Ganglienpaar miteinander verbinden, erst später entwickeln sich auch die Längskommissuren, wodurch sämtliche Ganglien der Länge nach miteinander zusammenhängen. Während der weiteren Entwicklung findet an manchen Stellen eine Konkreszenz der Ganglien statt. Die drei Ganglien des Protocephaleums verschmelzen zum Gehirn, die drei gnathalen zum Schlundganglion und dieselbe Vereinigung kommt auch zwischen den drei letzten Abdominalganglien zustande. Eine Konkreszenz der Abdominalganglien mit den

thorakalen, die von manchen Autoren bei einigen Formen beschrieben worden ist, findet bei *Donacia* nicht statt. Der reife *Donacia*-embryo besitzt somit 13 Ganglien, das Gehirn mit eingerechnet, die sich voneinander deutlich unterscheiden lassen.

Etwas später als das Nervensystem wird das Tracheensystem angelegt. Die Tracheenstigmen erscheinen fast gleichzeitig mit der Antennenanlage und ihre Zahl beträgt bei *Donacia* auf jeder Seite elf, wobei der erste stigmentragende Körperabschnitt das zweite Thorakalsegment, der letzte aber das neunte Abdominalsegment ist. Die weitere Entwicklung der Trachealeinstülpungen bietet bei *Donacia* nichts Interessantes, indem sie demselben Vorgange bei anderen Insekten fast gleich ist. Eigentümlich gestaltet sich nur das letzte Stigmenpaar, welches im Verhältnis zu den übrigen viel mächtiger entwickelt ist und welches beiderseits in einen langen, chitinösen, zahnartigen Auswuchs ausläuft. An der Stelle, wo sich dieses zahnartige Gebilde entwickelt, erkennt man in jüngeren Stadien eine tiefe ektodermale Einstülpung, an deren Boden die Trachee ausmündet. Auf der ganzen inneren Wand dieser Einstülpung wird reichlich Chitin ausgeschieden, welches allmählich den zahnartigen Auswuchs aufbaut.

Aus dem zoologischen Institut der Universität in Lemberg.

40. *Tworzenie się substancji jądrowej z substancji plazmatycznej w czasie normalnego i zmienionego sztucznie rozwoju jeżowców. — Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz während der normalen und der künstlich veränderten Entwicklung der Echiniden.* Note préliminaire de M. E. GODLEWSKI jun. présentée par M. K. Kostanecki m. t. dans la séance du 2. Juillet 1907.

# I.

Der Verfasser hat die Kernplasmarelation während der normalen und der durch äußere Faktoren veränderten Entwicklung der Echinideneier untersucht. Von Boveri, R. Hertwig, Loeb u. a. ist nachgewiesen worden, daß im Laufe der Entwicklung die Kernsubstanz in dem sich entwickelnden Keim an Menge zunimmt, indem

eine Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz stattfindet. Der Verf. hat sich die Aufgabe gestellt, die Gesamtsumme der in einzelnen Zellen, unter Einfluß dieser Prozesse stattfindenden Umwandlung im ganzen embryonalen Keim zu bestimmen und das Verhältnis zwischen der gesamten Kern- und Plasmasubstanzmenge in einzelnen Entwicklungsstadien festzustellen. Außerdem hat der Verf. Experimente angestellt, um die Abhängigkeit dieses Transformationsprozesses von den äußeren und den inneren Entwicklungsfaktoren zu prüfen. Die Untersuchungen wurden an fixiertem Material durchgeführt. Die Umriss des Eies, resp. des Furchungsstadiums wurden nach dem gefärbten Präparat mit der Kamera entworfen (Zeiss 2 mm hom. Imm., Komp. Oc. 6., Tubuslänge 155, Höhe des Objektisches, was genau einer 1000 fachen Vergrößerung entspricht), auf der Zeichnung wurde der Durchmesser nach dem Millimetermaßstab gemessen und daraus das Volumen des Eies, bzw. des Kernes berechnet. Obschon die Ergebnisse solcher Bestimmungen keinen Anspruch auf völlige Genauigkeit haben können, glaubt der Verfasser durchaus berechtigt zu sein, aus derartigen Untersuchungsergebnissen gewisse Schlüsse ziehen zu dürfen, da es sich tatsächlich bei diesem Problem nur um relative Größen handelt.

Um die absolute Kernsubstanzmenge zu berechnen, mußte nicht nur das Kernvolumen, sondern auch die Kernzahl bestimmt werden. Im Blastulastadium hat der Verfasser die Kernzahl im größten Querschnitt der Blastulawand bestimmt und daraus die Zahl der Zellen berechnet, aus welchen die Blastulawand zusammengesetzt ist.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1) Die erste Kernteilung des befruchteten Eies bewirkt nur die Verteilung der in einer Zelle vorhandenen Kernsubstanz auf zwei Blastomeren. Die Kerne des Zweizellenstadiums enthalten dieselbe Quantität der Kernsubstanz wie das unbefruchtete Ei.

2) Die rege Transformation der plasmatischen Substanz in Kernsubstanz kommt bei der Bildung des Vierzellenstadiums zum erstenmal in der Entwicklung zum Vorschein.

3) In der ersten Hälfte der Furchungsperiode (bis zu 64 Zellen) wird durch die Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz, welche fast in geometrischer Progression von Stadium zu Stadium zunimmt, fast die ganze Menge der Kernmasse, welche im Blastulastadium vorhanden ist, schon ausgebildet.



4) Während der Kernteilungen der zweiten Furchungsperiode (bis zum Blastulastadium) wird die in der ersten Furchungsperiode ausgebildete Kernsubstanz als ganzes auf eine sukzessiv von Stadium zu Stadium wachsende Zahl von Kernen verteilt, wobei die Kernsubstanz an Chromatin reicher wird.

5) Das Verhältnis zwischen der gesamten Plasma- und der Kernsubstanzmasse nähert sich am Ende der ersten Furchungsperiode der Norm, das Verhältnis zwischen der gesamten Chromatin- und der gesamten Plasmamasse des ganzen Keims wird erst am Ende der Furchung im Blastulastadium fixiert.

6) Im Gastrula- und im Pluteusstadium nehmen die Kerne an Volumen nicht beträchtlich ab und da die Anzahl der Kerne zunimmt, so muß daraus der Zuwachs der gesamten Kernsubstanzmenge gefolgert werden.

## II.

Der Verf. hat weiter den Einfluß der Temperatur, der Konzentration der Salze im Seewasser und den Einfluß der Alkalinität des umgebenden Mediums auf die Kern- bzw. Chromatinsubstanzproduktion untersucht. Die Ergebnisse dieser Experimentenserie lassen sich in folgende Punkten zusammenstellen:

1) Die erhöhte Temperatur, die größere Konzentration der Salze im Seewasser, der höhere Alkalinitätsgrad des umgebenden Mediums begünstigen die Häufigkeit der Zellteilungen während der Furchung. Infolgedessen sind die Keime, welche sich in diesen Bedingungen entwickelt haben, im Blastulastadium aus einer größeren Zellenzahl zusammengesetzt als die Blastulae, welche in niedrigerer Temperatur in verdünntem Seewasser oder bei niedrigerem Alkalinitätsgrad gezüchtet wurden.

2) Da in der zweiten Furchungsperiode keine beträchtlichere Zunahme der absoluten Kernsubstanzmasse des Keimes stattfindet und durch die Teilungen dieser Furchungsperiode die früher produzierte Kernsubstanzmasse auf eine größere Kernanzahl verteilt wird, so sind die Kerne jener Blastulae, welche sich in niedrigerer Temperatur geringerer Salz- und OH-Jonen-Konzentration entwickelt haben, kleiner als diejenigen, welche in der Kälte, in verdünntem Seewasser, oder bei vermindertem Alkalinitätsgrad ihre Entwick-

lung durchgemacht haben und aus einer kleineren Zellenanzahl zusammengesetzt sind.

3) Die absolute Kernsubstanzmenge des Keimes scheint von den äußeren Faktoren unabhängig zu sein.

4) Die absolute Chromatinquantität kann von der Temperatur, von der Konzentration des Seewassers und vom Alkalinitätsgrad beeinflusst werden.

5) Die Abhängigkeit der Kerngröße von den äußeren Faktoren kann noch im Pluteusstadium wahrnehmbar werden.

### III.

Da bei dem gewöhnlichen Furchungsprozeß die Kernteilung von der Plasmateilung begleitet wird, so drängt sich die Frage auf, ob die Furchung, resp. die Plasmateilung als ein die Kernsubstanzproduktion regulierender Faktor aufzufassen ist, oder ob diese beiden Vorgänge unabhängig voneinander verlaufen können. Behufs Entscheidung dieser Frage wurden die Echinuseier vor oder nach der Befruchtung mit  $\text{CO}_2$ -haltigem Seewasser behandelt. Dadurch wurde die Plasmateilung gehemmt, die Kernteilung aber nicht beeinträchtigt. Die Untersuchung des Einflusses des  $\text{CO}_2$ -haltigen Seewassers auf die Echinuseier hat folgende Resultate in bezug auf die Befruchtungs- und Entwicklungserscheinungen ergeben:

1) Das Verbleiben der Eier in mit  $\text{CO}_2$  gesättigtem Seewasser hat, wenn es bis zu 2 Minuten dauert, keinen wahrnehmbaren Einfluß auf die Befruchtungs- und Entwicklungsvorgänge.

2) Verbleiben die Eier 2—4½ Minuten in demselben Seewasser und werden sie nachträglich in normales Seewasser übertragen, so kann dadurch die Bildung einer Dotterhaut (J. Loeb) künstlich hervorgerufen werden. Solche Eier lassen sich nicht befruchten, wenn auch die Dotterhaut durch Schütteln entfernt worden ist.

3) Vor der Polyspermie wird das Ei nicht nur durch die Dotterhaut geschützt, sondern auch durch die inneren Veränderungen im Ei, welche gleichzeitig mit der Membranbildung stattfinden.

4) Die Eier, welche 6—12 Minuten in dem mit  $\text{CO}_2$  gesättigten Seewasser verblieben und nachher in gewöhnliches Seewasser übertragen wurden, lassen sich leicht befruchten, bilden aber keine abstehende Befruchtungsmembran.

5) Die Eier, welche die Eigenschaft der Dottermembranerzeu-

gung unter dem Einfluß von  $\text{CO}_2$  eingeblüht haben, verlieren trotzdem ihre Entwicklungsfähigkeit nicht und können eventuell nach gewissen Regulationsvorgängen normal gestaltete Embryonen bilden.

6) Das Einblühen der Fähigkeit der Membranbildung ist kein die Polyspermie begünstigendes Moment.

7) Nach einer entsprechend langen Exponierung der Eier tritt nach der Befruchtung die Kernteilung ohne Zellteilung auf.

8) Im Laufe dieses Prozesses findet oft die Bildung der Synkaryonten im einheitlichen Plasmaterritorium statt, welche der Verschmelzung oft mehrerer einwertigen Kerne ihre Entstehung verdanken.

9) Die Synkaryonten können durch mehrpolige oder bipolare Mitosen sich weiter teilen. Im ersten Fall kann eine regulative Verteilung der in den Riesenkernen enthaltenen Kernsubstanz auf mehrere kleinere Kerne zustande kommen. Die zentral gelegenen Riesenkernkerne geraten oft in das sich bildende Blastocoel, wo sie einer Degeneration anheimfallen.

10) Nachdem mehrere Kerne im einheitlichen Plasmaterritorium sich gebildet haben, beginnt die simultane Plasmateilung. Dabei kann man feststellen, daß die Größe der plasmatischen Territorien, welche sich um die einzelnen Kerne sammeln, von der Größe der betreffenden Kerne abhängig ist. Diese Tatsache steht mit den Gesetzen der quantitativen Kernplasmarelation im Einklang.

11) Das Blastocoel kann nur selten durch Auseinanderweichen der Zellen entstehen, gewöhnlich wird es durch die Destruktion der zentralen Partien des Keimes gebildet.

12) Eine derartige Ausschließung der zentralen Partien des Eies von der Teilnahme an der Entwicklung beeinträchtigt die normale Gestaltung der verkleinerten Larve nicht.

13) Die Zahl der Chromosomen bei den Mitosen von Synkaryonten kann eventuell die Zahl der Chromosomen der einwertigen Kerne nicht überschreiten. Die Chromosomen sind aber in diesem Falle bedeutend größer als die Chromosomen der einwertigen Kerne.

---



41. *Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognoscendam. I. Mygalomorphae et Cribellatae.* Mémoire de M. VL. KULCZYŃSKI m. c.

(Planche XXIII).

Araneae. quae in opusculo hoc enumerabuntur, nonnullae lectae sunt in territorio Palembang Sumatrae insulae, in insulis: Tello (una ex insulis Batu dictis), Krakatau, Babi (in mari Javano), pleraeque vero in Javâ insulâ, his locis: mons Salak, Buitenzorg, mons Pangerango (territorium Batavia), — Tjitjuruk, Tjibodas, mons Gedeh, Nialindung, mons Guntur, Garut, Telaga bodas (terr. Preanger), — Kaligangsa (in litore maris), Kagok, Slavi, Protjot, Bumidjava, Kendalsrut, Diatibarang, Diatinegoro (ca. 350 m. altit.), collis Tjinavi (100 m), Djedjek (500 m), Lebak siu (100 m), Kali bakung (300 m), mons Slamet, Gutji (700—1000 m). Simpar (1000 m) (terr. Pekalongan), — Nusa kembangan (terr. Banjumas), — Semarang (terr. Semarang), — Pasuruan, Probolinggo, mons Lamongan (terr. Pasuruan), — Olean (terr. Besuki).

Celeberrimis: Dri M. Raciborski, qui plerisque his araneis me muneravit, et S. Libelt, qui exempla in Palembang et Semarang lecta dono mihi dedit, gratias maximas ago pro eorum studio atque liberalitate.

### Aviculariidae.

#### Phlogiellus inermis (Auss.).

1871. *Ischnocolus inermis* Ausserer, Beiträge z. Kenntn. d. Arachn.-Familie d. Territelariae (Verh. Ges. Wien, v. 21) p. 188. — 1897. *Phlogiellus inermis* Pocock: Abh. Senckenb. Ges., v. 22, p. 596.

Buitenzorg, Kagok, Djedjek. — Species manifesto vulgaris.

#### Selenocosmia javanensis (Walck.).

Tab. XXIII, fig. 1, 6.

1837. *Mygale javanensis* Walckenaër, Histoire naturelle des Insectes. Aptères, v. 1, p. 216. — 1871. *Selenocosmia javanensis* Ausserer l. c. p. 204.

Valde haec species variat staturâ. Exempli maximi, quod vidi, feminini (marem non novi) cephalothorax 27 mm longus est, 21·5

latus, mandibulae desuper visae 7 longae, palporum pars femoralis 14.0, patellaris 8.0, tibialis 9.2, tarsalis (cum fasciculo pilorum apicali) 10.0, femur, patella, metatarsus, tarsus pedum:

I 19.0, 11.8, 13.6, 12.6, 9.0, III 15.0, 9.2, 9.2, 11.6, 7.5,  
II 16.5, 10.1, 11.0, 11.0, 8.5, VI 19.0, 10.1, 13.5, 17.0, 8.2 longa,

tibia IV 3.7 lata, abdomen (post partum) 24 longum. — Exempli cuiusdam minoris cephalothorax 15.5 longus, 12 latus, internodia pedum:

I 10.0, 7.1, 8.0, 6.9, 5.5, III 8.8, 5.5, 5.3, 6.7, 4.9  
II 9.5, 6.4, 6.2, 6.3, 5.1. IV 11.8, 6.0, 8.0, 10.6, 5.3 longa.

Exempli staturâ parvâ excellentis, sed non minimi, cephalothorax 13.4 longus, 10.5 latus, mandibulae 4.8 longae, palporum internodia 6.8, 4.3, 4.6, 5.5, internodia pedum:

I 9.5, 6.0, 7.0, 5.8, 4.9, III 7.2, 4.5, 4.4, 5.6, 4.4,  
II 8.0, 5.0, 5.4, 5.1, 4.5, IV 10.0, 5.5, 7.0, 8.6, 4.8 longa,

tibia IV 2.1 lata, abdomen 16 longum. — Exempli nostri minimi (adulti, receptaculis seminis evolutis) cephalothorax 11.7 longus, 9.5 latus, mandibulae 4 longae, basi 5.7 latae, internodia palporum 6.0, 3.9, 4.3, 4.4, internodia pedum:

I 8.9, 5.5, 6.5, 5.4, 4.5, III 6.9, 4.3, 4.0, 5.3, 3.9,  
II 7.9, 4.7, 5.0, 4.8, 4.1, IV 9.4, 5.0, 6.7, 8.0, 4.6 longa,

abdomen 15 longum.

Pedum, cum cephalothorace et inter se comparatorum, longitudo paullo mutabilis. Exemplum pedibus I (coxâ et trochantere exclusis) quam IV longioribus (inter 25 dimensa) non vidi, nonnunquam tamen hi illos parum modo longitudine excedunt, ex. gr. in feminâ quâdam, cephalothorace  $24\frac{1}{2}$  longo, cuius pedes I (a basi femoris supra) 60, IV 60.5 longi sunt. Exempli pedibus I et IV longis excellentis cephalothorax 19.4, pedes I 51.5, IV 54.3 longi; pedes I solito breviores in exemplo cephalothorace 25 longo (pedes I 59, IV 65 longi) vidi; exemplum quoddam cephalothorace 19.4 longo pedes IV (cum cephalothorace comparatos) longiores quam reliqua habet: 54.3 longos (pedes I 51.5); pedes IV brevissimos inveni in feminâ commemoratâ, cuius cephalothorax 24.5, pedes I 60, IV 60.5 longi sunt.

In exemplis duobus cephal.	25 $\frac{1}{2}$ —27	longo	pedes IV	1 $\frac{1}{4}$ —1 $\frac{1}{2}$	mm
in exemplo uno	"	24 $\frac{1}{2}$	"	"	"
in exemplis quatuor	"	21 $\frac{1}{4}$ —23	"	"	"
"	"	19 $\frac{1}{4}$ —20	"	"	"
"	"	17 $\frac{1}{2}$ —19	"	"	"
"	"	15 $\frac{1}{2}$ —17	"	"	"
"	"	13·4 et 11·7	"	"	"

longiores sunt quam I; sed occurrunt differentiae maiores et minores: 1 $\frac{1}{4}$  (in exemplo cephalothorace 17 $\frac{1}{2}$  longo), 4 $\frac{1}{4}$  (cephal. 22). 1 $\frac{1}{2}$  (cephal. 23). 6 (cephal. 25<sup>1</sup>).

Tibia cum patellâ I probabiliter constanter longior quam IV, etiamsi nonnunquam non multo: etiam in femina, cuius pedes IV 6 mm longiores sunt quam I, tibia cum patellâ I (23·8 longa) internodia respondentia pedum IV paullo excedit longitudine (haec 22·5 longa); feminae pedibus I et IV subaequalibus (60 et 60·5 longis) internodia dicta I 24, IV 21 longa sunt.

Oculi variant magnitudine et situ. Exempli: 1) maximi, cephalothorace 27 longo, 2) mediocris, cephalothorace 17·3 lgo, 3) parvi, cephal. 13·4 lgo, 5) minimi, cephal. 11·7 lgo: diametri oculorum<sup>2)</sup>

	anticor. medior.	anticor. lateral.	posticor. medior.	posticor. lateralium
1)	0·81	0·70 et 0·39	0·52 et 0·26	0·55 et 0·32
2)	0·65	0·65 " 0·40	0·52 " 0·26	0·55 " 0·26
3)	0·47	0·55 " 0·32	0·42 " 0·19	0·42 " 0·26
4)	0·50	0·48 " 0·32	0·39 " 0·21	0·39 " 0·23

<sup>1)</sup> In exemplo hoc, iam supra commemorato, pes I sinister 59, dexter verum modo 55 longus est, manifesto reffectus, sed adeo pulchre evolutus, ut pro normali haberetur, si casu quodam pes sinister deesset. — Etiam pedum longitudo ad distinguendas species non sine cautione quâdam adhibenda est!

<sup>2)</sup> Corneas oculorum, neque pupillas, dimetiri conatus sum, quamquam fines illarum (praesertim in oculis anticis mediis) difficiliter cernuntur quam harum, persuasum enim habeo, pupillas — oculorum anticorum mediorum saltem — multo magis variare magnitudine quam corneas: exempli cuiusdam cephalothorace 25·5 longo diameter corneae oculorum anticorum mediorum 0·81 longa est, earum intervallum 0·40 (=  $\frac{1}{2}$  diametro), diameter pupillarum 0·45 (=  $\frac{5}{9}$  corneae), alius exempli cephalothorace 18·5 longo diameter cornearum 0·68, intervallum 0·40 (=  $\frac{10}{17}$  diametri), diameter pupillarum 0·53 (ca. =  $\frac{7}{9}$  corneae!), earum intervallum 0·40 (ca. =  $\frac{3}{4}$  diametri!). Si pari modo augerentur oculi et eorum intervalla cum corporis staturâ, exempli maioris diameter cornearum 0·94, earum intervallum 0·40, diameter pupillarum 0·73, earum intervallum 0·55 longum esset.



## intervalla oculorum:

	anticorum mediorum	anticorum medii et lateralis	lateralium antici et postici	posticorum mediorum	posticorum medii et lateralis
1)	0·39	0·35	0·48	1·97	0·16
2)	0·42	0·21	0·32	1·33	0·10
3)	0·22	0·19	0·19	1·07	0·08
4)	0·19	0·19	0·18	0·99	0·08

longa sunt. Si oculi et eorum intervalla pari modo atque corporis statura augerentur et exempla 2, 3, 4 cephalothoracem 27 mm longum haberent, moduli dicti hi essent:

1)	0·81	0·70, 0·39	0·52, 0·26	0·55, 0·32
2)	1·01	1·01, 0·62	0·81, 0·41	0·86, 0·41
3)	0·95	1·11, 0·65	0·85, 0·38	0·85, 0·53
4)	1·20	1·11, 0·74	0·90, 0·48	0·90, 0·53

1)	0·39,	0·35,	0·48,	1·97,	0·16
2)	0·65,	0·33,	0·50,	2·07,	0·16
3)	0·44,	0·38,	0·38,	2·16,	0·16
5)	0·44,	0·44,	0·41,	2·29,	0·18.

Non aequaliter itaque mutantur corporis statura et oculi atque non aequaliter oculorum diametri et eorum intervalla. Probabiliter intra fines quosdam crescunt oculi et eorum intervalla plus minusve similem in modum atque augetur statura (non solum in hac specie sed etiam in araneis aliis), quos fines si statura excedit, tardius crescunt oculi quam statura et quam oculorum intervalla (conferantur series modulorum exemplum 1. et 2. spectantes), ita, ut oculi aream — si cum cephalothorace comparatur — minorem occupent in exemplis magnis quam in mediocribus: areae oculorum exemplorum quatuor, de quibus agitur, 3·37, 2·7, 2·21, 1·95 latae sunt; si pari modo cum staturâ crescerent, in cephalothoracibus 27 longis 3·37, 4·21, 4·46, 4·50 latae essent. — Sed ad tales investigationes *Selenocosmia javanensis* parum apta est, non solum propter oculos anticos medios non bene definitos, sed etiam propter mutabilitatem oculorum lateralium posticorum. Hi et formâ et situ variant, modo angustiores sunt, paene elliptici subter leviter truncati, modo latiores, triangulares potius, posteriora versus angustati et in angulum fere desinentes (ex. gr. in feminâ cephalothorace 18 longo 0·52 longi, 0·26 lati, in feminâ cephalothorace 19·3 longo, 0·53 longi, in parte

anteriore 0.32 lati), directo desuper adspecti modo magis in transversum, modo magis in longitudinem directi videntur.

Area maxillarum bacillis occupata sive lyra (omissis pilis tenuissimis ad marginem suum superiorem sitis et marginem hunc paullo occultantibus) in omnibus exemplis examinatis multo, nonnunquam duplo, longior quam latior; bacilla, etiam maxima, quae in parte inferiore versus apicem maxillae sita sunt, a latere adspecta lanceolata aut spatulata, non lata, apice modo acutiuscula modo anguste rotundata, formâ paullo variantia. Longitudine bacillorum differunt evidenter exempla in Javâ occidentali lecta ab exemplis Javae mediae: in exemplis sedecim dimensis, decem in Javâ occidentali (Garut: exemplum 1, 5, 8-um, Tjibodas: 2, 4, 7, Njalindung: 3, 6, Buitenzorg: 9, 10), sex in Javâ mediâ captis (Djedjek: 11, 12, 13, Simpar: 14, Semarang: 15, 16) hos modulos inveni

cephaloth. longus	lyra longa	lyra lata	bacilla longa	cephaloth. longus	lyra longa	lyra lata	bacilla longa
1) 27	4.4	2.4	0.52	11) 25	4.2	2.3	0.37
2) 23	3.4	2.1	0.48				
3) 22.5	3.5	2.25	0.44	12) 22	3.5	1.95	0.29
4) 21.5	3.4	2.1	0.40	13) 20.8	3.5	1.7	0.29
5) 19.5	3.4	1.95	0.44	14) 18	2.9	1.6	0.24
6) 18	2.9	1.8	0.40	15) 17.8	2.9	1.6	0.22
				16) 17.5	3.2	1.6	0.22
7) 17.2	3.0	1.6	0.38				
8) 15.5	2.6	1.45	0.39				
9) 13.5	1.95	1.15	0.29				
10) 11.7	1.6	1.05	0.27				

Distinguendae itaque videntur inter *Selenocosmias javanenses* varietates duae:

1. *dolichoplectra*, Javam occidentalem incolens, et

2. *brachyplectra*, Javae mediae propria,

quae, ni fallor praeter longitudinem bacillorum nullâ aliâ re inter se differunt.

Sterni sigilla sex sunt; postrema in lineâ inter coxas II et III sita, inter se et a margine sterni spatiis subaequalibus remota, media oblonga, ca. dimidio breviora quam postica, obliqua, antica rotundata, diametro plus duplo breviora quam longitudo posticorum, ut

media a margine sterni circiter diametro suâ remota et ut ea basi coxarum (antica coxis I, media coxis II) opposita.

Scopulae tarsorum in exemplis magnis in pedibus III et IV tantum setis paucis ornantur, in dimidio basali lineae mediae quidem, in mediocribus setae, paucissimae quidem, etiam in dimidio apicali tarsi IV cernuntur et in parte basali scopularum anteriorum; exemplorum duorum minimorum (adultorum) scopula in tarsi IV vittâ setosâ angustâ divisa usque ad apicem, in tarsi III setis paucis secundum totam longitudinem, in tarsi I et II setis perpaucis in parte basali ornata.

Receptacula seminis duo, basi insigniter lata (ca. 0.65 mm), paullo pone basim in ramos duos divisa, interiorem ca. 0.65 longum, 0.32 latum, anteriora versus et paullo intus directum, cylindricum, apice rotundatum, et exteriorem 0.8 longum, anteriora versus et paullo foras directum, aequè circiter atque interior crassum, apice in globulum 0.55 latum dilatatum.

Buitenzorg (exempla duo minima), Tjibodas, Gedeh, Njalindung, Garut — *var. dolichoplectra*; Djedjek, Simpar, Semarang — *var. brachyplectra*.

***Selenocosmia javanensis* (Walek.) subsp. *fulva* n.**

Tab. XXIII, fig. 4, 7.

Subspeciei propriae adscribenda videntur exempla perpauca in Javâ, in fallor: ad Surabaja lecta, a *Selenocosmiâ javanensi* typicâ non solum formâ bacillorum maxillae distincta, sed etiam lyrâ paullo plus duplo longiore quam latiore, tibiâ cum patellâ I non evidenter longiore quam IV, colore corporis desiccati multo pallidior — in feminâ saltem. Quibus rebus, praeter staturam et colorem, mas differat a mare *Selenocosmiae javanensis* propriae, mihi ignoto, nescio; teste T. Thorellio (Studi, v. 4, p. 396) embolus *Selenocosmiae javanensis* in angulo inferiore posteriore lateris exterioris bulbi genitalis initium capit, extus et foras directus est, leviter sursum curvatus; quod si revera ita est, differt mas noster formâ stemmatis insigniter a *Selenocosmiâ javanensi* verâ et *Selenocosmia* nostra species propria est; fortasse tamen stemma in exemplo a Thorellio descripto loco suo motum et distortum erat.

**Femina.**

*Cephalothorax* in lineâ mediâ 14.7 mm longus, 11.1 latus, similis atque in *S. javanensi* sed paullulo angustior et paullo humilior:



quum directo a latere adspicitur, marginibus lateralibus scuti dorsalis libratis, tuber oculorum paullulo supra punctum altissimum partis cephalicae elevatum videtur, in *S. javanensi* contra evidenter humilior. Tuber *oculorum* 2.4 latum, ca. 1.7 longum (a margine frontis), area oculorum ante 2.4, pone 2.32 lata. 1.13 longa. Oculi ab oculis *S. javanensis* non evidenter distincti et probabiliter similem in modum variantes, in exemplo nostro enim laterales postici inter se paullulo formâ et situ differunt; diametri oculorum (cornearum): anticorum mediorum 0.61, anticorum lateralium 0.55 et 0.36, posticorum mediorum 0.45 et 0.29, oculi lateralis postici alterius 0.45 et 0.27, alterius 0.39 et 0.29, intervalla anticorum: medium 0.29, lateralia 0.19, posticorum: medium 1.17, lateralia 0.08, mediorum: antici et postici 0.16, lateralium: antici et postici 0.32, antici lateralis et medii postici 0.36 longa; area oculorum mediorum ante 1.33, pone 1.62 lata, 1.10 longa. *Mandibulae* desuper visae 5.5 longae, basi 7 latae. *Lyra maxillae* 1.35 lata, 2.9 longa, longior itaque quam in *S. javanensi*, ceterum similis; bacilla longissima modo ca. 0.20 longa, a latere adspecta (quantum cernere possum) in latere maxillam spectanti recta, in opposito in dimidio apicali subito rotundato dilatata, apice late rotundato-truncata. *Palporum* pars femoralis 7.4, patellaris 5.0, tibialis 5.2, tarsalis 5.5 longa. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus *pedum*:

I 10.5, 6.7, 7.5, 6.5, 4.8, III 8.1, 5.1, 4.8, 5.9, 4.9,  
II 9.1, 5.9, 5.9, 5.9, 4.8, IV 10.8, 6.0, 8.1, 10.0, 5.5

longa; femur III prope medium fere 3, I fere 2.5, tibia IV 2.1 lata. Metatarsi soli aculeati: I aculeo uno tantum subter in apice medio (alios non video saltem), reliqui in apice subter 3, III et IV praeterea supra in latere utroque prope apicem 1. Scopula tarsi IV vittâ setosâ angustâ dimidiata non usque ad apicem, scopula tarsi III setis paucis in lineâ mediâ ornata, anteriores setis evidentioribus carent. *Abdomen* 17 longum, 12 latum; *mamillae* inferiores 1.7, superiorum partes 2.8, 1.8, 2.5 longae. *Receptacula seminis* similia atque in *S. javanensi*, sed rami eorum interiores exterioribus non breviores et apice paullulo tumidi.

Ma s.

*Cephalothorax* 14.9 longus, 12 latus, fronte 6.5 latâ, lateribus supra basim palporum paullulo sinuatis; dorsum inter marginem posticum et oculos leviter et parum inaequaliter (in parte anticâ

paullulo fortius) convexum, foveâ mediâ leviter modo sinuatum; puncta summa partis cephalicae et tuberis oculorum lineam libratam designant. Tuber *oculorum* 2.4 latum, ca. 1.8 longum. Diametri oculorum: anticorum mediorum 0.61, anticorum lateralium 0.56 et 0.36, posticorum mediorum 0.42 et 0.23, posticorum lateralium 0.42 et 0.31, intervalla oculorum anticorum: medium 0.29, lateralia 0.16, posticorum: medium 1.23, lateralia 0.065, mediorum antichi et postici 0.11, lateralium antichi et postici 0.29, antichi lateralis et medii postici 0.36 longa; area oculorum mediorum ante 1.33, pone 1.65 lata, 1.04 longa. *Lyra* 2.85 longa, 1.35 lata; bacilla in parte apicali paullo minus dilatata quam in feminâ et margine a maxilla averso magnam partem subrecto, ca. 0.2 longa. *Palporum* pars femoralis 8.5, patellaris 5.4, tibialis 7.4, tarsalis 2.5 longa. Bulbus *stemmae* a latere exteriori adspetus, nodo basali excepto, 1.8 latus, 1.15 longus, parallelogrammus fere angulis latissime rotundatis; embolus in parte dimidiâ fere superiore lateris apicalis initium capit, paullo pone basim 0.35 crassus est, ca. 2.1 longus, summâ basi exceptâ paene aequabiliter angustatus, apice acutissimus, deorsum fere directus, leviter procurvus, a fronte visus paullulo latior in dimidio apicali et latitudine subaequali, apice oblique acuminatus, paullulo sigmoides: apicem versus leviter foras curvatus. Internodia *pedum*:

I 13.0, 7.6, 10.6. 9.8, 6.1, III 9.6, 5.5, 6.1, 8.1, 5.0,  
II 11.5, 6.6, 8.8, 8.7, 5.6, IV 13.1, 6.2, 10.4, 13.0, 5.9

longa; femur III prope medium ca. 3.4, reliqua ca. 2.7—2.8 lata, tibia quarta 2.1 lata; pedes ut in feminâ aculeati. *Abdomen* 14.5 longum, 8 latum. *Mamillae* inferiores 1.7. superiorum pars basalis 2.75, secunda 1.8 longa (3-a deest).

Lineae, quibus pedes *Selenocosmiarum* ornari solent, in femoribus et patellis pedum posteriorum (maris et feminae) bene expressae (in illis nudaе, in his pube adpressâ tectae), in partibus respondentibus pedum anteriorum mediocriter evolutae, in tibiis parum manifestae.

Humefacta aranea colore ab exemplis pallidioribus *S. javanensis* non differt, desiccata insigniter pallidior, ferrugineo fulva, femina subter magis cinereo-umbrina in sterno et coxis, in ventre subcastanea.

Exempla tria (femina una et mares duo) lecta sunt in Java, probabiliter prope Surabaja.

**Selenocosmia Raciborskii n. sp.**

Tab. XXIII, fig. 2, 5.

Obiter inspecta haec species cum exemplis parvis aut non adultis *Selenocosmiae javanensis* confundi potest; differt a *S. javanensi* scopolis tarsorum III dimidiatis, cephalothorace hirsuto, formâ receptaculorum seminis, plerumque etiam formâ oculorum lateralium posticorum, cet.

**Femina.**

Exempli maximi *cephalothorax* 13.5 mm longus, 10.8 latus, frons 8.1 lata, mandibulae (basi quam frons vix angustiores) desuper visae 5 longae; *palporum* pars femoralis 6.9, patellaris 4.4, tibialis 4.5, tarsalis 4.8, femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus *pedum*:

I	9.5,	6.5,	6.9,	6.7,	4.7,	III	6.8,	4.8,	3.5,	5.5,	4.1,
II	7.5,	5.2,	5.1,	5.1,	4.5,	IV	9.5,	5.5,	6.9,	8.1,	4.6

longa, femur III prope medium 2.5, I 1.9, tibia IV 19 lata, *abdomen* 16.5 longum, 12 latum, mamillae inferiores (contractae) 1.28, superiorum partes 2.1, 1.28, 1.9 longae. — Exempli minimi *cephalothorax* 8.3 longus, 6.6 latus, frons 4.8 lata, mandibulae 3.3 longae, internodia *palporum* 4.0, 2.6, 2.7, 3.0, internodia *pedum*:

I	6.0,	3.8,	4.3,	3.7,	3.2,	III	4.2,	2.9,	2.5,	3.4,	2.6,
II	4.8,	3.1,	3.2,	3.2,	3.0,	IV	6.0,	3.3,	4.4,	4.9,	3.2

longa, femur III 1.65, I 1.2, tibia IV 1.3 lata, *abdomen* 13 longum 8 latum, mamillae superiores 1.3 + 0.8 + 1.23 longae.

*Cephalothoracis* latera supra basim palporum non aut vix sinuata, dorsum partis cephalicae leviter convexum, non altius saltem quam tuber oculorum; hoc in exemplo maximo (et in minimo) 2.65 (1.68) latum, a margine frontis 2.47 (1.30), a margine antico oculorum anticorum mediorum 1.35 (0.97) longum. *Oculorum* series antica desuper visa leviter recurvata (lineae marginibus oculorum et anticis et posticis designatae leviter recurvatae), a fronte simulque paullo desuper adspecta procurva marginibus inferioribus mediorum cum punctis mediis lateralium lineam subrectam designantibus; seriei posticae margines posticus et anticus recurvati, puncta media oculorum mediorum cum marginibus anticis lateralium lineam designant subrectam. Oculi postici medii fere in longitudinem, postici laterales non magis saltem in longitudinem quam in transversum directi (desuper visi); hi modo triangulares angulo su-



periore fortiter rotundato, modo supra minus inaequaliter rotundati, sed, ni fallor, angulo basali postico quam anticus constanter minore. Diametri oculorum exempli maximi (et minimi) anticorum mediorum, anticorum lateralium, posticorum mediorum, posticorum lateralium: 0.61, 0.55 et 0.36, 0.37 et 0.20, 0.39 et 0.34 (0.44, 0.39 et 0.26, 0.35 et 0.20, 0.34 et 0.24), intervalla oculorum anticorum medium et lateralia, posticorum medium et lateralia: 0.21, 0.20, 1.23, 0.095 (0.195, ca. 0.095, 0.74, ca. 0.05), mediorum antici et postici, lateralium antici et postici: 0.095, 0.195 (0.065, 0.18), lateralis antici et medii postici 0.29 (0.195). area oculorum mediorum ante 1.33 (0.61), pone 1.62 (1.13) lata, 0.90 (0.74) longa. *Sterni* sigilla quatuor, posteriora ca. 0.8 longa, 0.3 lata, obliqua, in lineâ coxas II pone tangenti sita, inter se ca. triplâ, ab angulo proximo sterni ca. sescuplâ diametro remota, anteriora non multo minora: ca. 0.7 longa, 0.25 lata, paullo magis transversa, exadversus coxas II sita, a margine sterni proximo non multo minus quam longitudine suâ remota, cum posterioribus trapezium occupant ante fere 5.0, pone 3.2 latum, 1.5 longum. *Lyra* 3.2 (1.6) longa, 1.6 (0.8) lata), similis atque in *Selenocosmiâ javanensi*; bacilla longissima ca. 0.55 (0.45) longa, a latere visa elongato clavata, in parte latissimâ ca. 0.11 lata. *Pedum* I metatarsi aculeo uno solum subter in apice medio, metatarsi II duobus: in apice subter in medio et ante (in exemplis parvis etiam aculeo tertio, pone sito), III et IV subter in apice tribus, praeterea prope apicem III supra in latere utroque 1, IV raro armaturâ eâdem, sæpius aculeo uno solum supra prope latus posticum ornati. Scopulae densae, tarsos pedum occupant et metatarsos anteriores fere totos, praeterea in exemplis magnis circiter dimidium apicale metatarsi III et partem apicalem minorem metatarsi IV, in parvis metarsi III in parte apicali minore, IV non evidenter scopulati. Exemplorum magnorum scopula tarsi III et IV vittâ setosâ angustâ non usque ad apicem dimidiata, scopulae anteriores setis vix ullis immixtis, in parvis illae vittâ setosâ paullo latiore usque ad apicem sectae, hae setis compluribus in lineâ mediâ instructae. *Receptacula* seminis duo, simplicia, cylindrata, apice rotundata, recta, anteriora versus et paullulo solum foras directa, ca. 0.65 longa, 0.23 lata, basi ca. 0.50 remota (in exemplo staturâ mediocri <sup>1)</sup>).

<sup>1)</sup> *Phlogielli inermis* receptacula seminis similia sunt, sed breviora, ca. 0.55

Mas (unicus).

*Cephalothorax* 8·7 mm longus, 6·9 latus, fronte 3·9 latâ. *Tuber oculorum* 1·6 latum, a margine frontis 1·3, a margine antico oculorum anticorum mediorum 1·0 longum. Diametri oculorum anticorum: medii 0·45, lateralis 0·39 et 0·24, posticorum: medii 0·27 et 0·16, lateralis 0·26 et 0·21, intervalla oculorum anticorum: medium 0·18, lateralia 0·095, posticorum: medium 0·87, lateralia 0·048, mediorum antici et postici 0·08, lateralium antici et postici 0·14, lateralis antici et medii postici 0·23 longa; area oculorum mediorum ante 0·94, pone 1·15 lata, 0·74 longa. *Sterni* sigilla probabiliter similia atque in feminâ (in exemplo nostro non bene conservata). *Mandibulae* desuper visae 2·5 longae, 3·5 latae. *Bacilla maxillae* aream occupant 1·85 longam, 0·9 latam; bacilla longissima ca. 0·5 longa. *Palporum* internodia 5·9, 3·1, 3·5, 2·0 longa, inermia. Bulbus *stemmatis*, nodo basali excepto, a latere visus 1·15 latus, 0·8 longus, transverse ellipticus fere, embolum emittit e parte superiore, lateris apicalis (postici) retro et deorsum directum, leviter deorsum curvatum, ca. 1·7 longum, paullo pone basim ca. 0·35 crassum, maximam partem aequabiliter attenuatum, apice oblique acuminatum, prope apicem 0·048 latum, complanatum; a parte anticâ inferiore adspectus bulbus similis fere atque a latere, 1·15 latus, 0·7 longus, in parte exteriori paullo crassior quam in interiori, latere interiore paullo inaequali, embolus in parte exteriori lateris apicalis initium capere videtur, paullo sigmoides est. Internodia *pedum*:

I	8·2,	4·4,	6·8,	6·3,	4·5,	III	5·9,	3·1,	4·0,	4·9,	3·3,
II	6·8,	3·3,	4·8,	4·9,	3·8,	IV	7·9,	3·5,	6·4,	7·6,	3·6

longa; femur III prope medium 2·1, I 1·6 latum. Metatarsi I inermes videntur, II subter in apice aculeo uno utrimque (aculeum medium cernere non possum). III et IV subter in apice 3, supra prope apicem 1 solum armati(?). Metatarsi III maximam partem, IV in parte apicali non longâ scopulati; scopulae tarsorum III et IV usque fere ad apicem vittâ setosâ angustâ (III valde angustâ) dimidiatae. *Abdomen* 10 longum, 6 latum; *mamillarum* superiorum partes 1·3, 0·75, 1·3 longae.

*Color* corporis humefacti (maris et feminae) similis atque *Sele-*

longa, 0·23 lata, basi modo ca. 0·2 remota, magis obliqua, apice leviter tumida, prope medium paullulo foras flexa (an ita constanter?). (Cfr. fig. 3).

*nocosmiarum javanensium* pallidius coloratarum, desiccati pallidior: rufo-umbrinus, plus minusve cinerascens.

Pilis longis, plus minusve erectis, aut non adpressis saltem, abunde ornatur haec aranea ita, ut hirsuta dici possit et hac in re non parum a *S. javanensi* differat. Lineae nudae in latere postico partis femoralis palporum et pedum bene evolutae, in parte patellari et in patellis singulae solum distinctae, in tibiis modo parum, modo mediocriter expressae, saepe in tibiis posterioribus solis evidentes.

Buitenzorg, Tjibodas; feminae complures et mas adultus unus.

### *Macrothele maculata* (Thor.).

Tab. XXIII, fig. 8.

1890. *Diplura maculata* Thorell, Studi sui ragni Malesi e Papuani, v. 4, (Ann. Mus. Genova, s. 2, v. 8) p. 409. — 1891. *Macrothele fuliginea* E. Simon, Études arachnologiques, 23 mém. (Ann. Soc. ent. France, v. 60) p. 306. — 1898. *Macrothele variabilis* Pavesi, Sugli aracnidi raccolti a Giava dal dott. Penzig... (Boll. scient.) p. 3.

Femina nostra maxima paullo maior est quam exempla, quae dimensi sunt Cel. E. Simon et T. Thorell, staturâ exempli adulti a P. Pavesio descripti. Eius cephalothorax 9.0 mm longus, 7.5 latus, mandibulae desuper visae 3.5 longae, basi 4.6 latae, palporum pars femoralis 5.0, patellaris 2.9, tibialis 3.6, tarsalis 4.0, internodia pedum <sup>1)</sup>

I	7.0,	4.4,	5.0,	5.5,	2.6,	III	6.3,	3.8,	4.1,	6.0,	2.9,
II	6.9,	4.3,	4.6,	5.6,	2.8,	IV	7.8,	4.1,	5.6,	8.0,	3.3

longa, abdomen 12 longum, 8.5 latum, mamillarum partes 3.2, 4.1, 5.4 longae. Diametri oculorum: anticorum mediorum (pupillae, quae non multo minor est quam cornea; haec male definita) 0.45, lateraliū 0.58 et 0.35, posticorum mediorum 0.45 et 0.31, lateraliū 0.55 et 0.29, intervalla oculorum anticorum: medium 0.19, lateralia 0.1, posticorum mediorum 0.94, (oculi postici laterales cum mediis contingentes), mediorum antici et postici 0.13, lateraliū antici et postici 0.1 longa.

Mas (unicus, male conservatus, pelle nuper exutâ).

*Cephalothorax* 5.8 longus, 5.1 latus. lateribus fortiter rotundatis,

<sup>1)</sup> Tarsi unguiculis exclusis.



supra basim palporum leviter truncatis modo, neque sinuatis, fronte (et mandibulis) 2.25 latâ; fovea media a margine postico 2.25 remota, valde profunda, brevis, transversa quidem sed non sulciformis (similis atque in feminâ); impressiones cephalicae et radiantes partis thoracicae utrimque ternae manifestae. Dorsum a latere visum a margine postico anteriora versus modice acclive, tum pone foveam mediam libratum, inter foveam et oculos paullulo modo convexum et leviter adscendens, insigniter humilius quam tuber oculorum; hoc altum, 1.36 latum, 0.8 longum. *Oculorum* series ambae aequali latitudine (1.36 mm), desuper visae ambae recurvatae, postica fortius: marginibus oculorum etiam anticis lineam leviter recurvatam designantibus; directo a fronte visorum oculorum anticorum mediorum (pupillarum) margines inferiores lineam subrectam designant cum marginibus superioribus lateralium. Diameter pupillae oculorum anticorum mediorum 0.24 (diameter corneae 0.40!), anticorum lateralium 0.42 et 0.27, posticorum mediorum 0.27 et 0.23, posticorum lateralium 0.34 et 0.21, intervalla oculorum anticorum: medium 0.21 (corneae subcontinentes), lateralia 0.13, posticorum: medium 0.55, lateralia ca. 0.03, mediorum antici et postici 0.15, lateralium antici et postici ca. 0.05, antici lateralis et medii postici 0.13 longa; area oculorum mediorum ante 0.69 (cum corneis 0.74), pone 1.0 lata, 0.63 longa. *Mandibulae* desuper visae 1.5, revera 2.4 longae. *Maxillae* areâ transversâ dentium e seriebus inconditis circiter 4—5 constanti, ab angulo basali interiore usque circiter ad mediam latitudinem pertinenti, ceterum dentibus aliquot dispersis. *labium* dentibus ca. 15 instructum. *Sternum* a basi labii 2.7 longum et 2.7 latum, sigillis (ut in feminâ) quatuor bene evolutis instructum, a margine parum remotis, anterioribus ca. 0.26 longis. 0.14 latis, posterioribus 0.35 longis, 0.19 latis, illis fere transversis, prope angulum sterni coxae II et III interiectum, his obliquis, paullo ante angulum coxae III et IV interiectum sitis. *Palpi* neque longi nec graciles; pars femoralis 2.8 longa, prope apicem ca. 0.9 lata, in latere exteriori inferiore setis compluribus longioribus et fortioribus, supra apicem versus setis fortioribus 4 saltem instructa, patellaris 1.5 longa. prope apicem non evidenter latior quam femoralis, tibialis (paullo corrugata) 2.4 longa, prope basim 1.05, apice 0.75 lata, in dimidio basali ca. 1.2, ad apicem 0.52 crassa, latere inferiore pone basim leviter tumido, ceterum subrecto, superiore in longitudinem modice et inaequabiliter (basim versus fortius) arcuato, tarsalis 1.15 longa, 0.75

lata, patellaris et tibialis in latere superiore interiore aculeis longis subcylindratis, apice subito acuminatis aut obtusis instructae; aculei tales sex partem patellarem ornant in series longitudinales tres (interiorem ex aculeis 3, mediam e 2, superiorem ex aculeo 1 constantem) dispositi, partem tibialem autem aculei ca. 11 in latere interiore superiore dispositi et 1. 1 supra pone basim siti. *Stemma* ca. 2.1 longum, bulbo (nodo basali excepto) ca. 0.55, embolo ca. 1.35 longo, hoc basi ca. 0.25 crasso, paullo ante medium leviter deorsum fracto, in parte basali modice, in apicali levissime attenuato, apice basim partis tibialis non attingenti. *Pedum* I femur 5.6, patella ca. 2.75, tibia ca. 4.2, metatarsus 4.65, tarsus 2.75 longus, tibia (contusa) subcylindrata videtur, in latere interiore aculeis aliquot (7 saltem) ornata longis fortibus, apice paullulum uncat, metatarsus aculeis similibus 2. 2. 2. 2 subter, tarsus apicem versus aculeis minoribus pone 1. 1. 1, ante 1 armatus; pedum II femur 5.5, patella 2.75, pedum IV femur ca. 5.9, patella 2.55, tibia 4.5, metatarsus 7.0, tarsus 3.5 longus (reliquae pedum partes deperditae); patella IV ante prope apicem setâ forti, pone prope medium aculeo 1, tibia in latere utroque aculeis 1. 1, subter in apice 2, metatarsus ca. 15, tarsus ante 6, pone 4 armatus; metatarsus IV subter in latere utroque prope apicem pectine parvo transverso ex aculeis minoribus gracilibus confertis 2 (ante) aut 5 (pone) constanti instructus; in metatarso I pectinem talem ante modo (ex aculeis 3 compositum) video <sup>1)</sup>. *Abdomen* 6.5 longum, 4.5 latum. *Mamillarum* partes 2.25, 3.0, 3.37 longae.

Buitenzorg, Gedeh, Nialindung, Telaga bodas, Bumidjava, Djedjek.

### *Atypus javanus* Thor.

1890. *Atypus Javanus* Thorell, Studi cet., v. 4, p. 413.

Ab *Atypo murali* Bertk. Europaeo, cui similis est mamillis superioribus ex quatuor internodiis constantibus et epigynâ receptaculis seminis binis utrimque instructis, differt haec species (femina; marem non novi) imprimis pedibus gracilioribus. ex. gr. tibiis III desuper adspectis longioribus in lineâ mediâ quam apice latis (1.33, 1.46, 1.62 mm longis, 1.0, 1.07, 1.13 latis), quum in *Atypo murali* tibiâe hae multo latiores quam supra longae sint (ex. gr. 0.88, 1.07

<sup>1)</sup> Pectinibus talibus etiam feminae ornantur in omnibus metatarsis ante et pone, in posterioribus melius evolutis.

longae, 1·10, 1·36 latae). Differunt etiam oculi, quorum area in *Atypo javano* latitudine tertiam partem mandibularum simul sumptarum aequat aut superat (ex. gr. area 1·72, 1·80, 1·95, lata, mandibulae 4·5, 5·4, 5·4 latae), in *A. murali* autem longe non aequat (ex. gr. area 1·20, 1·27, 1·35, 1·35 lata, mandibulae 4·8, 4·5, 4·8, 5·55 latae); spatium ab oculis anticis mediis (eorum pupillis) occupatum plerumque paullulo latius quam intervallum oculorum mediorum posticorum aut non angustius saltem in *A. javano* (illud 0·94, 0·96, 1·05, 1·20 in adultis, 0·71 in exemplo non adulto, hoc 0·94, 0·91, 1·0, 1·20, 0·66 latum), paullulo angustius in *A. murali* (0·61, 0·63, 0·63, 0·71, — 0·63, 0·68, 0·69, 0·74); plerumque saltem series oculorum mediorum posticorum paullulo angustior est quam intervallum oculorum lateralium posticorum in *A. javano*, paullulo latior in *A. murali*. Sed magnitudine et situ oculorum variant paullo ambae species, nonnunquam in *A. javano* margines exteriores oculorum anticorum mediorum paullulo minus inter se distant quam interiores mediorum posticorum; hi modo leviter reniformes sunt, extrinsecus paullulo excavati, modo angulo postico (retro et foras directo) acuto, triangulares fere. In tribus exemplis has inveni diametros oculorum:

anticorum mediorum	mediorum posticorum	anticorum lateralium	posticorum lateralium
0·34	0·26 et 0·195	0·29 et 0·225	0·21 et 0·145
0·32	0·26 et 0·18	0·32 et 0·18	0·195 et 0·145
0·37	0·26 et 0·18	0·35 et 0·24	0·195 et 0·16

intervalla oculorum haec vero:

anticorum		posticorum		mediorum	antici medii et
medium	lateralia	mediorum	lateralium	antici et postici	lateralis postici
0·34	0·225	0·91	1·34	0·115	0·40
0·34	0·195	0·95	1·33	0·13	0·32
0·37	0·21	1·00	1·54	0·13	0·40

areae oculorum mediorum latitudinem anticam: 0·955, 0·91, 1·03, posticam: 1·33, 1·29, 1·42. (Exempli primi et secundi oculi postici medii reniformes, tertii subtriangulares).

Frons desuper visa inter oculos anticos medios modice solum rotundata in *Atypo javano*, in *A. murali* plerumque in triangulum apice rotundatum fracta (nota paullo inconstans: exempla non adulta et, nisi fallor, etiam adulta staturâ parvâ, frontem modo rotundatam — fortius quam in *A. javano* — habent).



Macula pallida in margine antico abdominis, quam pro notâ constanti habuit P. Pavesi (Boll. scient. 1898, p. 4), modo adest, modo deest.

Feminae adultae cephalothorax 6·7 longus, 6·2 latus, mandibulae basi 5·2 latae, desuper visae 4·5 longae, palporum pars femoralis 2·3, patellaris 1·35, tibialis 1·25, tarsalis 1·35, internodia pedum

I	5·5,	2·6,	2·5,	2·9,	1·8,	III	3·5,	2·1,	1·6,	2·2,	1·3,
II	4·5,	2·6,	1·9,	2·3,	1·5,	IV	4·5,	2·2,	2·4,	3·1,	1·7

longa, abdomen (post partum) 8 longum, 5·5 latum; mamillarum (contractarum) partes 0·97, 1·1, 1·1, 1·1 longae.

Species non rara videtur, sed mas eius ad hoc tempus ignotus. Buitenzorg, Gedeh, Nialindung.

#### Colommata sundaica (Dol.).

1859. *Pelecodon Sundaicus* Doleschall, Tweede Bijdrage tot de Kennis der Arachniden van den Indischen Archipel (Acta Societatis Scientiarum Indo-Neerlandiae, v. 5), p. 6, t. 13, f. 2; t. 17. — ? 1871. *Calommata sumatrana* Ausserer, l. c. p. 130. — 1885. *Calommata fulvipes* van Hasselt, *Pelecodon* of *Calommata*? (Tijdschr. Ent., v. 28) p. 99. — 1890. *Calommata Sundaica* Thorell, *Studi cet.*, v. 4, p. 416.

In exemplis, quae vidi, corneae oculorum anticorum mediorum (male definitae) evidenter aut insigniter minus quam diametro inter se distant; sternum sigillis octo ornatur in exemplis integris evidentissimis; eorum antica paullo elevata certo tubercula sunt ea „ante utrimque sita“, quorum mentionem Cel. A. Ausserer fecit in descriptione *Calommatae sumatranæ*, haec itaque verisimillime eadem est species atque *C. sundaica*. Pedes III *Calommatae sumatranæ* longiores quam II dicuntur, in *C. sundaica* a Thorellio breviores, a Cel. E. Strandio contra longiores describuntur<sup>1)</sup>; vera eorum tota longitudo non facilis est ad extricandum, quoniam pedes ad rectum revocari vix possunt; mihi quidem a basi coxarum (ut eos Cel. E. Strand dimensus est) pedes III longiores quam II, a margine cephalothoracis (more Thorelliano dimensi) III paullo breviores videntur; qualem in modum eos Cel. Ausserer dimensus sit, nescio.

Sigilla sterni antica areolae sunt bene definitae, leviter conve-

<sup>1)</sup> E. Strand, *Spinnen des Zoologischen Instituts in Tübingen* (Zool. Jahrb. Syst., v. 24), p. 407.

xae, hemiellipticae fere, ca. 0.4 longae et latae, prope marginem anticum sterni sitae, inter se paullo minus quam latitudine labii remotae; sigilla secunda paullo pone angulum sterni coxis I et II interiectum posita, fere transversa, ca. 0.6 lata, 0.3 longa, ab angulo dicto diametro suâ longiore, inter se triplâ hac diametro remota; sigilla tertia, reliquis minus manifesta, obliqua: versus angulum sterni coxis II et III interiectum directa, 0.6 longa, modo 0.2 latâ, inter se aequae circiter atque 2-a, ab his intus ca. 0.55, ab angulo sterni commemorato sescuplâ diametro distant; sigilla quarta 1.0 longa, 0.4 lata, paullo magis obliqua quam 3-a, versus angulum coxis III et IV interiectum directa, ab eo et inter se ca. 0.8, a sigillis tertiis intus ca. 0.4 remota.

Aranea haec tubum incolit e texto araneo crassiusculo (e stratis compluribus constanti) fabricatum, probabiliter non subterraneum sed fortasse cortici arborum affixum, tubo enim, quo exemplum unum ex acceptis a Dre Raciborski inclusum erat, extrinsecus foliorum fragmenta aliasque particulas plantarum passim attextas inveni.

Buitenzorg; feminae et exempla non adulta.

### Uloboridae.

#### *Uloborus pteropus* (Thor.) (?)

Tab. XXIII, fig. 16, 19.

? 1887 *Philoponus pteropus* Thorell, Primo saggio sui ragni Birmani (Ann. Mus. Genova, s. 2, v. 5) p. 128. — ? 1895. *Philoponus pteropus* Thorell, Descriptive Catalogue of the Spiders of Burma, p. 125.

#### Femina.

*Cephalothorax* 1.45 mm (in lineâ medianâ 1.33) longus, 1.3 latus, lateribus in parte anticâ leviter sinuatis, fronte — et serie anticâ oculorum — 0.68 latâ, leviter rotundatâ, paullo inaequali (propter oculos anticos medios paullo prominentes). Impressiones cephalicae vix ullae: pone oculos posticos laterales modo cephalothorax impressione obliquâ latâ diffusâ ornatur; fovea media non profunda, diffusa. fere in parte cephalothoracis altissimâ sita; area oculorum mediorum paullulo in longitudinem concava et anteriora versus paullo declivis; a latere adspectum dorsum ab oculis posticis posteriora versus rectâ fere lineâ leviter adscendit usque ad declivitatem posticam, cum quâ arcu latissimo coniungitur. Area *oculorum*

0.52 longa, pone 0.83 lata; desuper visa series posterior fortius quam anterior recurvata, marginibus anticis oculorum lateralium cum posticis mediorum lineam leviter recurvam designantibus, eius oculi laterales tuberculis bene evolutis innati; series anterior a fronte visa deorsum curvata, marginibus superioribus oculorum lateralium cum inferioribus mediorum lineam leviter modo procurvam designantibus. Diametri oculorum anticorum: mediorum 0.10, lateralium 0.65, posticorum mediorum et lateralium 0.08, intervalla anticorum: medium prope 0.10, lateralia 0.18, posticorum: medium 0.27, lateralia 0.18, mediorum antiei et postiei 0.26, lateralium antiei et postiei 0.32 longa; area oculorum mediorum ante 0.28, pone 0.42 lata, 0.40 longa. *Pedum* I femur supra aculeo 1, ante 1.1, tibia ante 1, pone 1.1, metatarsus in dimidio basali ante et pone 1.1, pedum II femur pone 1, tibia supra 1, ante 1, metatarsus prope medium supra 1 (et pone 1) armatus, pedes III inermes videntur, IV aculeis ca. 8 in dimidio apicali metatarsi in latere interiore infra et serie aculeorum ca. 14 parvorum, paullo clavatorum in latere interiore tarsi ornantur (pedum aculei parvi, tenues, difficiliter cernuntur, certo paullo mutabiles sunt). Femora I in latere utroque vittâ pilorum longorum valde confertorum, tibiae I supra subterque fimbriâ pilorum lanceolatorum instructae; pili similes pauci etiam apicem femorum IV, dorsum patellarum II et IV, tibiam II supra in dimidio apicali ornant. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus pedum

I	1.55, 0.58, 1.10, 1.33, 0.48,	III	0.81, 0.39, 0.42, 0.65, 0.45,
II	1.00, 0.47, 0.58, 0.84, 0.47,	IV	1.29, 0.58, 1.00, 0.94, 0.65

longa; femur I pone medium 0.4 latum. *Abdomen* (ovis distentum) mamillis exclusis 3.0 longum, 2.0 latum, 3.0 altum, desuper visum ovatum, pone leviter acuminatum, a latere visum fere rectangulum, latere antico superiore (inter apices tuberum humeralium et marginem anticum) modice rotundato; dorsum tuberibus duobus fortibus obtusis, foras non prominentibus ornatum. Venter fortiter tumidus. Post partum abdomen modo 2.0 altum, desuper visum quadrilaterum deltoides, lateribus rotundatis, margine antico medio in angulum rectum fere fracto, a latere adspectum parallelogrammum fere angulis antico et postico acutis, superiore (tuberibus humeralibus) et inferiore (tubere ventrali) obtusis. Tubera humeralia fasciculis pilorum longiorum binis suberectis recurvatis, angulus anticus fasciculo brevior, nonnunquam in partes duas inter se proximas diviso



ornatus; dorsum praeterea aculeis clavatis obtusis adpersum; aculeis talibus. fortasse 6 aut 8, etiam cephalothorax instructus est in seriem recurvatam, in fronte foveae mediae sitam, dispositis. *Epigyne* lamellâ bifidâ, formâ paullo varianti (ut in speciebus affinis) ornata.

Color valde mutabilis. Exemplorum obscure coloratorum, humefactorum, *cephalothorax* umbrinus aut fuligineus, vittâ mediâ flavidâ, ante et pone paullo dilatatâ pictus; sternum obscure rufo-umbrinum, in marginibus maculis modice expressis fuligineis ornatum. Mandibulae fulvae, maxillae et labium sordide flava, hoc basi fuscum. *Palpi* flavi, pars femoralis apice nigra, patellaris nigricans. tibialis nigricanti variegata. *Pedum* I femora et patellae fuligineae, tibiae rufo-umbrinae, basi modo valde anguste pallide annulatae, modo concolores, metatarsi et tarsi fulvi, illi apice sat late, hi basi late nigri; reliquorum pedum femora pone medium annulo pallide flavido picta. supra annulum fuliginea, sub eo II fuliginea, III et IV nigra, omnia subter a basi plus minusve late pallide colorata, patellae plus minusve obscure fulvae, colore umbrino aut nigro pictae, tibiae patellis similes aut paullo pallidiores, II supra et ante rufo-umbrinae, colore hoc lateris antici plus minusve evidenter in annulos duos divulso, III et IV annulis binis obscuris (in III confusis) ornatae, metatarsi et tarsi fulvi, illi in pedibus IV utrimque fuligineo vittati. *Abdomen* umbrinum aut fuligineum, subter modo umbrino-cinereum, modo in latere postico tuberis ventralis maculâ magnâ sordide flavidâ, integrâ aut vittâ obscurâ dimidiatâ, ornatum, in latere utroque tuberis huius maculâ nigrâ triangulari, plerumque magnâ, plus minusve distinctâ pictum; dorsum picturâ pallidâ evidentiore nonnunquam caret, saepius tubera humeralia ex parte sordide flava sunt, in fronte eorum plerumque par punctorum albidorum, inter se parum remotorum cernitur; nonnunquam pars antica dorsi maculâ oblongo triangulari avellaneo-albâ, puncta dicta includenti ornatur; raro tuberibus interiectae aut pone ea sitae sunt lineolae duae umbrino-cinereae, anum versus divaricantes; posterior pars dorsi saepe paullo ante tuberculum anale lineolâ transversâ aut in angulum refractâ, pallidâ, parum expressâ, et ante eam maculâ inverse cordiformi, interdum dimidiatâ, aut angulo refracto, modo parum, modo optime expressis (avellaneo-albis) ornatur.

In exemplis pallidioribus etiam femora I annulo flavido, in an-

gulum fracto, plus minusve expresso picta sunt, dorsum abdominis nonnunquam in parte anteriore tubera humeralia includenti avellaneo-album umbrino reticulatum, utrimque vittâ fuliginêâ limbatum, vittâ mediâ fuliginêâ paullo inaequali, pone abbreviatâ, et umbris transversis inaequalibus in fronte tuberum et in eorum latere postico pictum, in parte posteriore ante fuligineum, pone umbrinum pallidius punctatum et maculis fuliginéis quatuor parvis ornatum, vittâ dimidiatum parum latâ albâ, pone abbreviatâ, ante usque ad vittam anticam mediam fuliginèam productâ.

Exemplorum pallidissime coloratorum cephalothorax supra umbrino-flavidus, eius vitta media pallide flavida; sternum fulvum; pedum anticorum et femorum sex posteriorum pictura in vestigiis plus minusve manifestis conservata, color niger metatarsorum et tarsorum I saepissime bene expressus, reliqui pedum annuli obsoleti aut deleti; abdomen supra avellaneo-album, in lateribus et subter pallide isabellinum, dense fulvo reticulatum, picturâ evidentiore nullâ.

Cephalothorax et abdomen pube maximam partem pallide coloratâ, etiam in exemplis obscuris, tecta, in illius parte mediâ magis albidâ, in lateralibus pallide fulvâ aut cinereâ, in abdomine fulvâ et albidâ mixtâ; aculei cephalothoracis et abdominis nigri, ad eos, in abdomine, pili pauci laete rufi; fasciculi abdominis in margine antico et in tuberum humeralium latere interiore siti pallidi (cinerei, fulvi, rufescentes), exteriores tuberum obscure colorati; pedum pili longi etiam obscuri.

Ma s (probabiliter huius speciei).

*Cephalothorax* 1.15 longus, fere 1.0 latus, pone late truncatus et paullulo sinuatus, ante longe et fortiter attenuatus usque ad oculos anticos medios, lateribus a pedibus II anteriora versus rectis, ad oculos laterales anticos modice, inter eos et anticos medios fortiter sinuatis; frons (series antica oculorum) 0.40 lata, pars prominens oculos anticos medios gerens cum eis 0.11 longa, 0.23 lata. Impressiones cephalicae et laterales, quibus pars thoracica in maribus huius generis non paucis ornatur, nullae; fovea media rotundata, profunda. Tubercula oculorum posticorum lateralium bene evoluta. A latere visum dorsum inter declivitatem posticam et oculos posticos medios modice convexum, modice descendens oculos versus, area oculorum mediorum paullo fortius declivis, leviter concava. *Oculorum* series ambae fortiter recurvatae (antica paullo fortius), margines antici

lateralium posticorum radio oculi saltem pone margines posticos mediorum siti; series antica a fronte visa procurva, marginibus inferioribus oculorum mediorum cum superioribus lateralium lineam subrectam designantibus. Area oculorum ante 0.40, pone 0.53 lata, 0.40 longa (directo desuper visa); oculi postici subaequales, eorum diameter 0.065, anticorum mediorum 0.095, lateralium ca. 0.055 longa; intervalla oculorum posticorum: medium 0.16, lateralia 0.115, anticorum: medium 0.065, lateralia 0.09, mediorum antici et postici 0.153, lateralium antici et postici 0.195 longa; area oculorum mediorum ante 0.23, pone 0.29 lata, 0.31 longa. *Palporum* pars femoralis 0.26 longa, basi intus dente corneo compresso brevi lato, in latere exteriori subter processu ca. 0.055 longo, oblongo, apice obtuso, deorsum et foras et paullo retro directo, procurvo instructa; pars patellaris desuper visa 0.115 longa, 0.095 lata, apice pilo forti ornata; tibialis desuper visa 0.08 longa, 0.115 lata, lateribus rotundatis, apice transverse truncata; pars tarsalis 0.35 longa, 0.27 crassa, lamina tarsalis in eius latere interiore sita, quam stemma paullulo angustior, latere postico maximam partem leviter concavo, antico convexo apicem versus paullulo sinuato, cum postico in angulum recto minorem, apice rotundatum coeunt; stemmatis anfractus apicalis basali multo minor: paullo angustior et aliquoties brevior, a fronte adspectus obliquus: deorsum et intus directus, depressus, lenticularis fere (0.22 latus, modo 0.05 crassus), a parte exteriori inferiore visus similis atque in *Uloboro humerali*, 0.195 longus, 0.18 latus, minus aequabiliter rotundatus: latere antico multo minus quam posticum curvato, ceterum minutiis modo quibusdam distinctus (in sinum magis triangularem excisus — nota parum perspicua). Embolus similem in modum situs atque in *U. humerali*, tenuior, totus setiformis. Tibiae *pedum* I modice, II minus evidenter deorsum curvatae; pili insignes, quibus pedes feminae ornantur, desunt; aculeis pedes abunde sunt instructi: pedum I femur supra 1. 1. 1, ante 1. 1. 1. 1, patella supra 1, ante 1, tibia ante serie aculeorum ca. 6 fortiorum, supra et in latere superiore exteriori aculeis ca. 11, in exteriori 1. 1, metatarsus ante et pone 1. 1. 1, pedum II femur supra 1. 1. 1, patella supra 1, tibia supra ca. 4, ante 1. 1, pone 1 aut 1. 1, subter 1. 1, metatarsus praeter aculeos paucos ad apicem sitos, supra 1, ante 1. 1, subter 2 (pone basim) aut 2. 1, pedum III femur supra 1. 1, patella supra 1, tibia et metatarsus in omnibus lateribus, pedum IV femur supra 1. 1, ante et pone 1, patella supra



1, tibia in omnibus lateribus, metatarsus ante 1. 1. 1, pone supra apicem versus 1. 1, subter ad basim 2 et apicem versus ca. 5, tarsus in latere interiore serie aculeorum parvorum ca. 8 instructus (aculei exempli nostri unici non bene conservati, manifesto paullo mutabiles; ornamentum femorum e pilis tenuissimis longis constans deperditum videtur). Internodia pedum:

I 1.42, 0.47, 1.13, 1.10, 0.42, III 0.65, 0.24, 0.39, 0.48, 0.36,  
II 0.87, 0.34, 0.58, 0.68, 0.39, IV 0.91, 0.39, 0.74, 0.69, 0.45

longa. *Abdomen* 1.9 (mamillis et tuberculo anali omissis 1.7) longum, 1.0 latum, ante latissime truncatum et leviter rotundatum, lateribus in dimidio basali subparallelis, tum apicem versus lateribus modice rotundatis angustatum usque ad mamillas, 1.0 altum, a latere visum ante oblique truncatum, impendens, dorso aequabiliter modice arcuato, in parte anteriore sublibrato, posterius declivi, paullo supra mamillas in angulum valde latum obtusum fracto; venter non tumidus.

Humefactae araneae *cephalothorax* flavo-umbrinus, non obscurus, vittâ mediâ flavidâ angustâ, pone dilatatâ ornatus; sternum, *palpi*, *pedes* dilute fulvi, sternum marginibus obsolete infuscatis et vittâ mediâ fuscâ obsoletâ brevi in parte anteriore pictum, pedum I tibia colore rufo-umbrino suffusa, metatarsus apice sat late (supra latius) niger, tarsus niger, basi angustius, apice latius pallidus, tibia IV apice late umbrino annulata. *Abdomen* avellaneo-album dense fulvo-reticulatum, dorsum ante vittâ mediâ flavido-umbrinâ, circiter  $\frac{2}{5}$  longitudinis occupanti, inaequali pictum, prope medium fasciâ transversâ non latâ, inaequali, umbrinâ, obsoletâ, inter eam et mamillas primum pari macularum maiorum, tum pari macularum parvarum, ut anteriores umbrinarum, denique fasciâ transversâ angustâ fuligineâ, plus minusve in maculas quatuor divulsâ pictum; latera abdominis in parte anticâ, venter ad epigastrium late et in parte mediâ non latâ umbrino variegata: tuberculum cribelli, mamillae, tuberculum anale pallide sordide fulva, mamillae infimae basi obsolete fuligineo maculatae, supremæ supra in parte basali fortiter, in apicali leviter colore fuligineo tinctae, tuberculum anale basi fuligineo marginatum. — Tota haec pictura probabiliter valde mutabilis.

Exemplum nostrum valde detritum est. pube tectum fuisse videtur albidâ (supra) et flavidâ (subter).

Buitenzorg, feminae; Kagok, mas; Kalibakung, feminae; Semarang, feminae et exempla non adulta.

### *Uloborus americanus* Walck.

1841. *Uloborus americanus* Walckenaër, Hist. nat. des Insectes, Aptères, v. 2, p. 229. — 1849. *U. plumipes* H. Lucas, Explorat. scient. de l'Algérie, zool. v. 3, p. 252, t. 15, f. 8. — 1850. *Phillyra mammeata* et *Ph. riparia* Hentz, Jour. Boston Soc. Nat. Hist., v. 6, p. 25, 26, t. 3, f. 16, 17. — 1858. *Uloborus Costae* Thorell, Öfv. Ak. Forh., v. 15, p. 195. — 1881. *U. villosus* Keyserling, Verh. Ges. Wien, v. 31, p. 278, t. 11, f. 6.

Kagok. — Exemplum unicum, femininum, quod speciei huic subiungendum videtur, parvum est, valde pallide coloratum; in femoribus vix vestigia ulla fasciae dorsualis pallidae cernuntur, tibiae I verum basi annulo pallido manifesto ornantur. Cephalothorace quam tibia I paullo longiore, femorum I latitudine cum exemplis Dalmaticis *Ulobori americani* convenit haec femina, neque cum varietate *javanâ* Kulcz.; cephalothorax eius 1·15, internodia pedum I 1·62, 0·52, 1·08, 1·42, 0·58, pedum IV 1·04, 0·50, 0·91, 0·91, 0·63 longa sunt, femur I 0·34 latum.

### *Uloborus humeralis* Hass.

Tab. XXIII, fig. 11, 12, 18.

1882. *Uloborus ign. sp. (humeralis)* van Hasselt in Veth Midden-Sumatra IV. 11. A, p. 29. — 1895. *Uloborus manicatus* Thorell, Descr. Catal. Spid. Burma, p. 127 (= ♂). — 1895. *Uloborus omoedus* Id. ibid. p. 131 (= ♀).

Pars femoralis palporum maris basi in latere interiore dente ornatur corneo, paullo compresso, late triangulari apice obtuso, in latere inferiore exteriore autem processu multo maiore, retro et foras et deorsum directo. ca. 0·1 longo, basi ca. 0·08 crasso, procurvo; pars patellaris 0·145 longa, 0·10 lata, tibialis desuper visa in lineâ mediâ 0·08 longa, 0·14 lata, apicem versus modice dilatata, latere exteriore modice, interiore parum rotundato, margine apicali in angulum latum fracto. Pars tarsalis 0·35 longa, 0·25 lata; lamina tarsalis quam stemma paullulo brevior et angustior, 0·2 lata, lateribus magnam partem parallelis, apice oblique rotundato-truncata (angulo antico omnino rotundato); bulbi genitalis anfractus apicalis basali multo minor: paullo angustior et multo brevior, segmento sphaerae quam hemisphaerium multo minori non dissimilis, a fronte visus paullo oblique positus (intus et paullo deorsum directus),

a parte inferiore adspectus rotundatus, diametris 0·195 et 0·18 longis, magnam partem aequabiliter modice convexus, in parte inferiore in sinum rotundatum, ca. 0·085 latum, 0·065 longum excisus; sinus hic lobo quodam pallido (qui in conductorem emboli, in latere stemmatis postico situm, abit) repletur; cum parte interiore anticâ lobi apicalis processus coniungitur corneus, crassus, ca. 0·048 latus, 0·65 longus, subito attenuatus in latere antico, rectus, quum ab imo, versus apicem laminae tarsalis curvatus, quum a fronte adspicitur; embolus inter lobos bulbi basalem et apicalem initium capit in latere interiore, magnam partem latiusculus est, marginem apicalem lobi basalis cingit, totus fere itaque conspici potest in stemmate non distorto. — Pedum III saltem, probabiliter etiam II, femora ornameto e ciliis tenuissimis longis constanti simili ornari videntur (etiam in feminis) atque in *Uloboro truncato*, sed multo minus in oculos cadenti, quoniam cilia multo pauciora sunt et magis dispersa; seriem ciliorum non procul ab apice femoris IV sitam cernere non possum.

*Uloborus manicatus* Thor. certe mas est *Ulobori omoedi* Thor.; pedum armaturâ et formâ seriei anticae oculorum differunt mares a feminis in *Uloboris* non paucis (Cfr. Thorell l. c. p. 129).

Java: Kali gangsa, mas et feminae; Kagok, mas et feminae;— Sumatra: Palembang, feminae.

#### *Uloborus humeralis* Hass. var. *marginata* n.

*Uloboro humerali* subiungenda videtur femina colore *Uloboro limbato* Thor. manifesto simillima. Cephalothorax eius nigro-castaneus, pallide flavo non late limbatus non solum in lateribus et pone sed etiam ante; sternum subnigrum, vittâ mediâ angustâ et marginibus angustis interruptis flavidis, mediocriter expressis; labium et maxillae fuliginea pallide flavido marginata; mandibulae, palpi, pedes pallide flava, palporum pars femoralis apice in latere exteriori et patellaris supra nigro diffuse maculatae, pedum I femora patellae tibiae subter colore nigro tincta, ceterum levissime infusata, tibiae IV et metatarsi apice et tarsi colore ferrugineo aut umbrino plus minusve suffusa. Abdomen isabellino-album, supra vittâ ornatum nigrâ latâ, a tuberibus humeralibus, quorum latus interius occupat, anteriora versus non angustatâ, usque ad petiolum fere pertinenti, ab apicibus tuberum dictorum primo modice angustatâ, tum late-



ribus parallelis et latitudine aream mamillarum aequanti saltem, apicem abdominis attingenti; tuberculum anale et mamillae supra nigrae quoque; epigastrium vittâ mediâ nigrâ, venter vittis angustis tribus parallelis, umbrinis et nigris, pone paullo abbreviatis et inter se coniunctis ornatus; cribellum et mamillae inferiores umbrina, colore eodem non late cincta subter et in lateribus, ubi haec area obscura vittas binas utrinque emittit parvas, sursum et anteriora versus directas. — Dorsum araneae in partibus obscuris pube fulvâ, in pallidis albâ tectum. — Epigyne non differt evidenter ab epigynâ *Ulobori humeralis*; tubera humeralia circiter in  $\frac{1}{3}$  abdominis sita, non alta, sursum fere directa, in abdomine desuper viso neque foras, neque anteriora versus prominent, quibus rebus differre haec aranea videtur ab *Uloboro limbato* Thor.

Buitenzorg, femina unica.

Ad Semarang lectus est pullus, nescio an huic varietati adnumerandus, cephalothorace vestigio lineae flavidae mediae ornato in parte anteriore, sterno nigro lineâ flavidâ valde obsoletâ picto, ceterum concolori, pedibus I nigris aut subnigris, excepto metatarso et tarso, vittâ dorsuali abdominis in parte posteriore paullo inaequali, abdomine subter vittâ nigrâ latâ, petiolum et mamillas attingenti ornato.

### *Uloborus quadrituberculatus* Thor.

Tab. XXIII, fig. 15, 24.

1892. *Uloborus quadrituberculatus* Thorell, Novae species Araneorum a Cel. Th. Workman in ins. Singapore collectae (Bull. Soc. ent. Ital. a. 24) p. 221. — 1894. *U. qu.* Th. & M. E. Workman, Malaysian Spiders, p. 18.

Feminae *cephalothorax* 0.85 mm, in lineâ medianâ 0.81 longus, 0.73 latus, dorsum in parte thoracicâ paullulo altius quam in cephalicâ, in hac leviter convexum et anteriora versus paullo descendens, area oculorum mediorum magnam partem librata. Frons et series *oculorum* antica 0.44, series postica 0.42 lata, area oculorum mediorum ante 0.22, pone 0.24 lata, 0.23 longa; diametri oculorum anticorum: mediorum 0.075, lateraliū 0.045, posticorum: mediorum 0.065, lateraliū 0.055, intervalla oculorum anticorum: medium 0.065, lateralia 0.115, posticorum: medium 0.13, lateralia 0.08, mediorum antici et postici 0.095, lateraliū antici et postici 0.115 longa. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus *pedum*

I 0.97, 0.35, 0.68, 0.91, 0.45, III 0.52, 0.21, 0.24, 0.36, 0.36,  
 II 0.65, 0.26, 0.35, 0.52, 0.40, IV 0.84, 0.32, 0.68, 0.65, 0.52

longa. Aculeis pedes IV soli ornari videntur: 1. 1. 2 in latere interiore metatarsorum prope apicem et serie aculeorum ca. 8 parvorum clavatorum in latere interiore tarsorum; femora II et III in latere exteriori serie ciliorum ca. 8 tenuissimorum longissimorum instructa (cilia similia pauca etiam femora I supra ornant; in latere exteriori femorum IV ea cernere non possum). *Abdomen* 1.8 longum (tuberculo anali et mamillis exclusis), 1.0 latum, 1.15 altum. *Epigyne* leviter convexa, ante et in lateribus male definita, ornata in latere postico foveis duabus, coniunctim spatium 0.15 latum occupantibus, transversis, profundis. subter et extrinsecus et supra margine acuto optime, in latere interiore verum parum definitis, ca. 0.05 latis, 0.02 longis; margo fovearum communis inferior e parte mediâ lamellam emittit ca. 0.04 latam, ca. 0.05 longam, rectangulam, retro directam, paullo sursum curvatam, tenuissimam, pellucidam.

*Color* exemplorum nostrorum pallidior videtur, quam qui a Thorellio describitur: *Cephalothorax* humefactus flavo-umbrinus, obscurius reticulatus, in lateribus pallide flavido marginatus; sternum fuligineum aut umbrinum fuligineo interrupte marginatum; *pedes* I obscure umbrini, apicem versus pallidiores, ut a Thorellio describitur, annulati; pedum posteriorum femora pallida, patellae supra pallide, in lateribus obscure umbrinae, pedum II et III tibiae et metatarsi basi pallidâ exceptâ maximam partem obscurius et pallidius umbrina, tarsi umbrini, III basi indistincte pallidiores, pedum IV tibia apice late umbrino annulata (non solum in lateribus), in dimidio basali subter et extrinsecus annulo angustiore notata, metatarsus subter maximam partem et in parte apicali umbrinus, tarsus umbrinus, basi pallidus; in exemplis pallide coloratis pictura haec maximam partem evanescit in pedibus posterioribus. *Abdominis* dorsum et latera saepe maculis obscuris carent omnino; ventris area castaneo-nigra, paullo pone medium utrimque in lobum parvum dilatata, marginibus exceptis saepe abunde sed sat obsolete albido punctata.

Semarang; feminae adultae et exempla iuniora.

*Uloborus truncatus* Thor.

Tab. XXIII, fig. 9, 13, 14, 17.

1895. *Uloborus truncatus* Thorell, Deser. Catal. Spid. Burma, p. 133. —  
 ? 1895. *U. nasutus* Id. ibid. p. 136.

## Femina.

*Cephalothorax* 1.0 mm longus, 0.94 latus; frons 0.44 lata, leviter rotundata, oculis anticis mediis paullo prominentibus; latera supra basim palporum modice sinuata; impressiones cephalicae modice profundae, ante foveam mediam inter se in sulcum procurvum, latum, fere semicircularem coniunctae; area oculorum mediorum prope oculos posteriores transverse impressa, ante hanc impressionem leviter in longitudinem convexa. A latere visa pars cephalica paullo altior quam thoracica et inter impressiones dictas (in fronte foveae mediae et in area oculorum mediorum sitas) modice convexa. Series *oculorum* ambae 0.44 latae, desuper visae modice recurvatae et subparallelae (antica paullulo fortius curvata), marginibus posticis oculorum posticorum mediorum cum anticis laterali<sup>v</sup> in lineam subrectam designantibus; directo a fronte visa series antica fortiter deorsum curvata: margines superiores oculorum lateralium fortasse diametro oculi demissius siti quam inferiores mediorum. Diametri oculorum anticorum mediorum 0.08, lateralium fere 0.05, posticorum mediorum et lateralium ca. 0.055, intervalla anticorum: medium ca. 0.07, lateralia 0.14, posticorum: medium 0.10, lateralia 0.095, mediorum antici et postici 0.14, lateralium antici et postici 0.14 longa; area oculorum mediorum ante et pone 0.21 lata, 0.26 longa. *Pedes* antici posticis parum crassiores. Aculeis (quorum plerique parvi et tenues sunt) his pedes ornari videntur: femora nullis, patellae apice 1, tibiae anteriores supra in dimidio apicali 1, posteriores supra ad basim 1, IV praeterea supra apicem versus 1, metatarsus IV in latere postico ad marginem inferiorem apicem versus 1 (sat longo et forti) et ad apicem 2, tarsus IV in latere postico serie paullulo obliquâ aculeorum parvorum obtusorum ca. 10. Femur II in latere postico, femur III in antico serie totam fere longitudinem occupanti, paullo obliquâ, ciliorum longorum tenuissimorum (similium atque in femoribus IV generis *Leucauge*) ca. 13, femur IV in latere antico non procul ab apice serie brevi obliquâ ciliorum similium ca. 5 instructum. Internodia pedum



I 1.07, 0.40, 0.91, 0.94, 0.60, III 0.63, 0.28, 0.34, 0.45, 0.35,  
 II 0.68, 0.36, 0.45, 0.55, 0.42, IV 0.97, 0.40, 0.71, 0.73, 0.53

longa. *Abdomen* ovis distentum 2.4 longum, 1.8 latum, 2.0 altum, desuper visum ovatum, pone truncatum (margine postico paullo longiore quam  $\frac{1}{3}$  latitudinis maximae abdominis), a latere adspexit circiter in  $\frac{1}{3}$  altissimum, dorso hic in par tuberculorum humillimorum approximatorum elevato aut leviter fracto potius (apices tuberculorum inter se ca. 0.35 distant, a tergo adspexit dorsum inter eos rectum, neque excavatum est); a petiolo usque ad tubercula dicta rotundatum est abdomen, a tuberculis dorsum anum versus cito lineâ rectâ aut paullulo convexâ descendit, pone truncatum (angulo rotundato) et paullo impendens (ca. 0.4 altum). Nonnunquam in medio fere inter tubercula dicta et marginem anticum dorsum a latere visum in angulum alterum, latum et obtusum, fractum est; in exemplis ovis non aut parum distentis (ex. gr. abdomine 1.9 longo, 1.4 lato, 1.3 alto) dorsum proprium aequabiliter fere et leviter solum convexum est. Venter leviter aut modice in longitudinem convexus, non tumidus. *Epigyne* paullo pone marginem epigastrii prominens, foveâ ornata paene ellipticâ, transversâ, 0.19 latâ, 0.13 longâ, profundâ (nonnunquam materiâ quâdam maximam partem repletâ), ante et in lateribus margine acutiusculo, plerumque paullulo elevato, mediocriter modo aut parum indurato definitâ; margo foveae posticus corneus elevatus, paullo impendens, in latere postico utrimque paullo tumidus. A latere visa epigyne tuberculum format retro et deorsum directum, apice obtusum, latere antico in sinum latum vadosum exciso.

Color (araneae humefactae) non parum mutabilis. Exemplorum obscure coloratorum *cephalothorax* fuliginosus, parte cephalicâ ante pallidiore: fulvâ et flavidâ, sed parte anteriore areae oculorum mediorum subnigrâ; mandibulae rufo-umbrinae, sternum rufo-fuliginosum, maxillae et labium pallidius aut obscurius fulva, hoc basi nigrum. *Palporum* pars femoralis flavida, partes patellaris tibialis tarsalis subnigrae. *Pedes* sordide flavidi, umbrino aut nigro annulati, femora annulis ternis, plus minusve incompletis picta, annulis basali et medio inter se coniunctis in latere antico femoris I (et in exteriori femoris IV), patellarum annuli singuli, plus minusve manifesti, tibiarum bini: paullo pone basim situs angustus et apicalis latus, metatarsi et tarsi I basi pallidi, ceterum obscure fulvi, metatarsi

pone basim subter et apice fuliginei, reliqui metatarsi medium versus pallidius et apice obscurius annulati, tarsi II et III basi exceptâ, IV apice infuscati. *Abdomen* avellaneo-album umbrino reticulatum, maculis magnis fuligineis pictum: parietem anticum fascia ornat sublibrata latiuscula inaequalis, in partem anticam laterum producta et hic plus minusve dilatata, in mediâ fere parte laterum fascia conspicitur crassa, fere ad perpendicularum directa, leviter recurvata, cum apicibus fasciae anticae fere contingens aut coniuncta, cuius pars suprema in lateribus dorsi desuper adspecti maculam format parum ante eius medium sitam; infra fascia haec cum fasciâ aliâ coniungitur, etiam latiore, laterum et dorsi desuper visi partes posticas, sed non postremas, occupanti, inaequali, in lineâ mediâ dorsi plus minusve interruptâ, raro integrâ; in dorso paullo ante fasciam hanc abdomen pari punctorum ornatur spatium ca. 0.5 latum occupantium, plus minusve expressorum. Nonnunquam dorsum, ubi angulatum est, fasciâ ornatur transversâ, utrimque abbreviatâ aut cum fasciâ laterali mediâ plus minusve confusâ, multo pallidiores quam maculae descriptae, formâ varianti, sat latâ, aut etiam in medio inter fasciam hanc et marginem anticum lineâ brevior et minus, raro melius expressâ. Nonnunquam partes dorsi mediae in fronte fasciae tubercula dorsualia occupantis et pone eam sitae, et punctis supra dictis atque fasciae posticae interiectae, purius albae quam partes adiacentes, fascias tres breves albas formant, ex parte in maculas binas divulsas; in uno exemplo, picturâ obscurâ diffusâ et confusâ, e fasciis commodum dictis media maculam format albissimam triangularem apice retro directam, fascia antica et postica ad puncta bina alba redactae, quorum punctorum postica cum apice maculae mediae utrimque coniunguntur. Venter vittâ pictus sat latâ fuliginê aut umbrinâ, plerumque in dimidio anteriore obscuriore quam pone, paullulo pone medium et prope cribellum saepissime constrictâ et inter partes constrictas dilatâtâ aut hic plus minusve in maculas duas divulsâ. — Tota haec pictura valde inconstans. In exemplis pallidissime coloratis *cephalothorax* cum sterno umbrinus, hoc pone fortius infuscatum aut vittâ fuliginêâ brevi ornatum, *pedum* annuli plerique parum expressi, praesertim in pedibus anterioribus, *abdomen* totum avellaneo-album ambrino reticulatum, ventre secundum medium paullo aut parum obscuriore.

Tota aranea pube crassiusculâ albâ tecta videtur, in maculis abdominis mediis et posticis ex parte pube fulvâ aut umbrinâ.

M a s.

*Cephalothorax* 10 mm longus, 0.85 latus, in lateribus et pone rotundus fere, ante usque ad oculos anticos laterales lateribus paullo minus rotundatis angustatus; frons 0.38 lata, modice rotundata, tuberculum oculos anticos medios gerens ante eam prominens ca. 0.1 longum, 0.19 latum. Partes anteriores impressionum cephalicarum indistinctae, posteriores inter se et cum foveâ mediâ, sulciformi profundâ brevi, in sulcum coniunctae valde profundum, acute impressum, ~-formem, spatium 0.55 latum, 0.30 longum occupantem; sulci huius pars utraque ubi anteriora versus curvatur, rami emittit brevem, foras et paullo anteriora versus directum. Area oculorum mediorum prope ab oculis posterioribus impressione transversâ, sat profundâ sed obtusâ, ornata. A latere adspecti cephalothoracis declivitas postica praerupta sed non directa, cum dorso proprio in angulum recto non multo maiorem sed late rotundatum coniuncta; dorsum proprium impressione supra dictâ, in sinum latum, in fundo acutum, excisum, in parte thoracicâ altius quam in cephalicâ, in hac paullulo convexum et modice declive usque ad oculos posticos medios, ante eos paullulo convexum et sublibratum. *Oculorum* series ambae 0.39 latae, desuper visa posterior modice recurva, marginibus posticis oculorum mediorum cum anticis lateralium lineam paullulo procurvam designantibus, anterior multo fortius recurvata; haec a fronte adspecta fortiter deorsum curvata, marginibus superioribus oculorum lateralium demissius quam inferiores mediorum sitis. Oculi postici medii lateralibus paullulo maiores, anticis lateralibus paullulo minores videntur (diametri ca. 0.057, 0.053, 0.048 longae), antici medii reliquis insigniter maiores, diametro ca. 0.08 longâ; intervalla oculorum anticorum: medium ca. 0.055, lateralia 0.135, posticorum: medium 0.095, lateralia 0.07, lateralium antici et postici 0.13, mediorum antici et postici 0.14 longa; area oculorum mediorum ante et pone 0.195 lata, 0.24 longa. *Palporum* pars femoralis basi in latere inferiore exteriori tuberculo ornata subcylindrato, ca. 0.04 longo, pilum 0.13 longum gerenti; pars patellaris ca. 0.095 lata, 0.11 longa, margine apicali in angulum latum fracto, supra pilo crassiusculo instructa; tibialis desuper visa 0.13 lata, in lineâ medianâ 0.095 longa, lateribus cum margine apicali oblique rotundato in arcum parum inaequabilem coniunctis. Pars tarsalis 0.35 longa, ca. 0.3 lata; lamina tarsalis in latere interiore sita, aequae circiter atque stemma longa, multo angustior: ca. 0.2 lata, non longe



pone basim latissima, latere postico maximam partem paullo concavo, cum antico, quod in dimidio basali fortiter convexum, tum leviter sigmoides est, in angulum acutum apice sat late rotundatum coëunt. Anfractus apicalis bulbi genitalis basali multo minor: angustior et multo brevior, a fronte (in palpo porrecto: desuper) visus obliquus, deorsum et intus directus, segmento sphaerae quam hemisphaerium multo minori non dissimilis, a parte exteriori inferiore adspectus 0.26 longus, 0.18 latus, ovatus fere, latere postico magnam partem subrecto, deorsum (laminam tarsalem versus) angustatus, in processus desinens corneos duos, oblongos, compressos, acutos; processuum horum posterior anteriore insigniter longior est, ab imo visi ambo subrecti, a parte posticâ adspectus posterior subrectus, anterior leviter sursum curvatus; embolus maximam partem in sulco lobis bulbi interiecto occultus. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus *pedum*

I 0.78, 0.34, 0.60, 0.71, 0.47, III 0.45, 0.19, 0.24, 0.32, 0.29,  
II 0.57, 0.26, 0.31, 0.40, 0.36, IV 0.65, 0.29, 0.44, 0.50, 0.39

longa. Femur I aculeis 1. 1 in latere utroque apicem versus ornatum videtur, II supra et pone 1, III supra 1, IV supra et ante 1, patella I 1 (?), tibia I supra subterque 1, ante 1. 1. 1, pone 1. 1, II subter et supra et in latere utroque 1, III supra 1, pone 1, IV supra 1. 1, pone 1. 1, ante 1, metatarsus I in latere antico serie confertâ aculeorum 7 et 1 a reliquis paullo remoto, etiam metatarsi posteriores aculeis paucis ornantur, ex. gr. II supra 1. 1, IV prope apicem pone 1. 1. (Aculei complures in exemplo nostro defracti, radices eorum modo vidisse videor). Femora ciliis similem in modum atque in feminâ instructa. *Abdomen* (corrugatum) 1.2 longum, 0.7 latum, elongato ovatum, margine antico medio retuso, pone rotundato-truncatum, paullo deplanatum, dorso supra mamillas in angulum rectum fere fracto, pone ad perpendicularum directo.

Humefactus *cephalothorax* fulvus, sternum obscurius, flavo-umbrinum, apice postico fuligineo; mandibulae pallide flavae, maxillae et labium pallide fulva, hoc basi umbrinum, illae maculâ umbrinâ pictae; *palpi* pallide flavi parte tarsali coloribus obscurioribus pictâ; *pedes* pallide fulvo-flavi, tibiae II apice leviter, posteriores fortius colore fusco pictae, metatarsi apice fusco annulati (in pedibus I indistincte). *Abdomen* umbrinum, avellaneo-albo inaequaliter punctatum praesertim in lateribus, dorsum sub lente mediocriter amplificanti um-

brinum videtur maculis albis octo per paria dispositis ornatum: ad marginem anticum parvis et parum inter se remotis, circiter in  $\frac{1}{3}$  longitudinis etiam parvis, latius distantibus, paullo pone medium maculis maioribus, inter se approximatis, paullo pone eas lineis transversis tenuibus; latus posticum abdominis albidum; in lateribus abdominis puncta albida conflata maculas tres umbrinas plus minusve expressas definiunt; ad mamillas utrimque maculae duae albidae; venter in lateribus et in parte posteriore albidus umbrino reticulatus, secundum medium et ad cribellum umbrinus; mamillae et cribellum obscure fulva et umbrina.

Mas noster unicus detritus est, pube pallide fulvâ et albâ tectus fuisse videtur.

*Uloborus truncatus* a Thorellio secundum exempla pallide colorata huius speciei descriptus videtur; exempla obscura *Uloborum mollem* Thor. (l. c. p. 134) in mentem revocant, sed huius cephalothorax a latere adspectus aliam formam habere et pedes I insigniter longiores esse videntur; *Uloborus nasutus* Thor. probabiliter mas est huius speciei.

Buitenzorg, feminae complures et mas unicus.

### *Uloborus emarginatus* n. sp.

Tab. XXIII, fig. 10.

#### Femina.

*Cephalothorax* (contusus) ca. 0.9 mm longus; impressiones cephalicae ante foveam mediam sulco transverso diffuso inter se coniunctae videntur (ut in *Uloboro truncato* Thor.), dorsum inter sulcum hunc et oculos modice convexum in longitudinem; area oculorum mediorum ad oculos posteriores insigniter impressa, ceterum convexa et ante leviter in longitudinem sulcata. Series *oculorum* ambae modice et fere aequaliter recurvatae, margines postici oculorum mediorum posticorum cum anticis lateralium lineam designant subrectam; a fronte visa series antica fortiter deorsum curvata, marginibus superioribus oculorum lateralium paullo demissius quam inferiores mediorum sitis; series ambae aequali latitudine (0.39); oculi postici subaequales (diametro ca. 0.065 longâ), antici medii multo maiores (0.095), laterales insigniter minores (0.045). Intervals oculorum posticorum: medium 0.065, lateralia 0.08, anticorum: medium 0.08, lateralia 0.09, mediorum antici et postici (in

latere exteriori) 0·10, lateralium antici et postici 0·11 longa; area oculorum mediorum ante insigniter latior quam pone (0·23 et 0·18), aequae longa atque ante lata. *Pedes* similem in modum aculeati videntur atque in *Uloboro quadrītuberculato* Thor. (pili pedum in exemplo nostro unico detriti). Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus pedum

I 0·97, 0·32, 0·83, 0·83, 0·53,    III 0·58, 0·22, 0·29, 0·35, 0·34.  
II 0·66, 0·27, 0·40, 0·48, 0·37,    IV 0·87, 0·31, 0·61, 0·55, 0·45

longa. *Abdomen* 1·8 longum, 1·15 latum et altum, desuper visum ovatum, margine antico medio paullo retuso, circiter in quintâ parte posticâ leviter dilatatum, pone truncatum et modice emarginatum (0·8 latum), in tubera itaque desinens duo obtusa; dorsum paullo ante medium in tuberculum elevatum humile, transversum, supra recte truncatum; a latere visum dorsum ab apice tuberculi huius lineâ paullo convexâ descendit anteriora versus, posteriora versus autem lineâ primo paullo concavâ, ceterum maximam partem rectâ; pone late truncatum est abdomen (hic ca. 0·2 altum) et modice impendens. Venter leviter convexus in longitudinem. *Epigyne* similis atque in *Uloboro truncato*, foveâ 0·18 latâ, 0·7 longâ; margo foveae posticus a parte posticâ visus late leviter sinuatus.

*Cephalothorax* humefactus flavo-umbrinus, mandibulae et sternum fulva, hoc minute fuligineo punctatum, in marginibus obsolete obscurius maculatum et vittâ mediâ obscuriore indistinctâ pictum; labium et maxillae fulva, basi fuliginea, hae colore umbrino inaequabiliter tinctae. *Palpi* dilute. *pedes* paullo obscurius flavidi, horum (posteriorum saltem; colorem pedum I describere non possum) coxae umbrino variegatae, femora basi, tibiae et metatarsi apice, tarsi (IV saltem) in dimidio apicali annulis umbrinis aut ferrugineis, ex parte incompletis, modice aut parum expressis picta. *Abdomen* supra avellaneo-album, tenuissime non dense obscurius reticulatum, punctis minutis rufescenti-umbrinis adpersum, quae puncta passim densius congesta aut confusa hanc picturam diffusam et indistinctam formant: fasciam tenuem inaequalem, quae apicem tuberculi dorsualis occupat, in utroque latere tuberculi huius maculam magnam rotundatam paullo oblongam, magnam partem colore albo repletam, partim in latere dorsi, partim in parte superiore lateris abdominis sitam, infra melius expressam quam supra, circiter in  $\frac{3}{4}$  longitudinis fasciam angustam transversam, utrimque retro fra-



etam, denique arcum recurvatum paullo latiore, quo tubera postica inter se coniunguntur; latus anticum abdominis fulvum obsolete et disperse albido punctatum, latus posticum albidum fulvo punctatum. Latera abdominis fulva, supra albo punctata, venter fulvus, inter epigynam et cribellum vittâ ornatus non latâ umbrinâ, lineâ diffusâ flavidâ mediocriter expressâ dimidiatâ; cribellum et mamillae superiores umbrinae, inferiores fulvae apicem versus umbrinae.

Exemplum nostrum omnino fere detritum est.

Areâ oculorum mediorum pone insigniter angustiore quam ante atque abdomine truncato et emarginato differre haec femina videtur ab omnibus *Uloboris* ad hoc tempus descriptis.

Kagok.

#### *Uloborus geniculatus* (Oliv.).

1789. *Aranea geniculata* Olivier, Encyclopédie méthodique v. 4, p. 214 (t. E. Simon). — 1878. *Uloborus zosis* (Walck.) Thorell, Studi cet. v. 2, p. 129 (ubi reliqua synonyma inspiciantur).

Buitenzorg; Kagok, Lebak siu, Bumidjava, Djedjek; Semarang. — Vulgaris.

#### *Uloborus tristis* Kulcz.

*Uloborus tristis* Kulczyński, Araneae Musei Nationalis Hungarici in Regionibus Indica et Australica a Ludovico Biró collectae (Ann. Mus. Nat. Hungar. 1908).

Nusa Kembangan. Exemplum unicum, femininum, staturâ fere non differens a feminâ ad Singapore a Cel. L. Biró lectâ, cephalothorace 1.85 (in lineâ mediâ 1.65) longo, 1.52 lato. Area oculorum ante 0.70, pone 0.63, area mediorum 0.28 lata, haec 0.37 longa, patella, tibia, metatarsus, tarsus pedum I 0.89, 1.88, 3.70, 1.46, IV 0.68, 1.81, 2.07, 1.30 longa. Fovea epigynae 0.29 longa, 0.45 lata, marginibus antico et lateralibus ut in *Uloboro undulato* Thor. elevatis (quae nota itaque constans non est, manifesto progrediente aetate mutatur: exemplum nostrum gravidum videtur, Singaporense post partum lectum est); eius margo posticus paullo magis inaequalis quam in exemplo Singaporensi: a parte posticâ inferiore visus in medio in sinum ca. 0.03 profundum excisus, ad eum utrimque in tuberculum obtusum elevatus. — Color pallidior quam exempli Singaporensis: cephalothorax, pedes supra exceptis metatarsis et tarsis,

abdomen subter et in lateribus fuliginea et nigro-fuliginea, dorsum abdominis umbrinum picturâ simili atque in *var. obscuriore Ulobori undulati* <sup>1)</sup> ornatum (vittis lateralibus pone non evidenter latioribus quam ante, paullulo modo inaequalibus), sternum umbrinum marginibus diffuse fuligineis, coxae et pedum partes supra dictae subter umbrinae, metatarsi I testacei apicem versus parum infuscati, III et IV basi late et apice nigri, in medio (III etiam in ipsâ basi supra) pallidiores, tarsi III rufo-umbrini basi pallidi, IV subtestacei basi vix pallidiores.

### Psechridae.

#### *Psechrus Libeltii* n. sp.

Tab. XXIII, fig. 31.

*Psechrus* hic valde similis est speciei typicae generis: *Psechro argentato* (Dol.) Thor.. in cuius descriptione a Thorellio prolata <sup>2)</sup> haec mihi mutanda aut complenda videntur: *Clypeus* sub oculis mediis eorum diametro non triplo sed  $2\frac{1}{3}$  modo altior, paullulo reclinatus et leviter concavus in longitudinem. Series *oculorum* posterior anteriore diametro oculi latior; oculi antici medii lateralibus modo paullulo minores, modo eis aequales, imo nonnunquam paululo maiores; area oculorum mediorum non multo latior pone quam ante (ex. gr. ante 1·0, pone 1·2 lata, 1·4 longa); oculi postici medii inter se multo minus quam diametro corneae remoti (haec 0·48, intervallum 0·27 longum), a lateralibus parum minus quam diametro (0·45), antici medii inter se vix radio et circiter quadruplo longius quam a lateralibus, a mediis posticis paullo plus quam diametro suâ (ca. 6:7) et parum minus quam oculi laterales anticus a postico remoti. *Maxillae* a parte posticâ inferiore visae lateribus exterioribus subparallelis. *Epigyne* (fig. 30) ca. 1·8 lata, 1·5 longa, leviter convexa, cornea, pone incisuris duabus, inter se ca. 0·9 remotis, in partes tres divisa, quarum media pone in latere utroque aut etiam in medio (hic minus evidenter) paullo sinuata est; incisurae in sulcos abeunt anteriora versus et paullo intus directos, ca. 0·3 longos, rectos aut parum curvatos, omnino angustos, qui e mediâ parte sulcum alterum emittunt similem, ca. 0·15 longum, intus directum;

<sup>1)</sup> Kulezyński, Araneae Musei Nationalis cet.

<sup>2)</sup> Thorell, Studi, II, p. 171.

margines sulcorum principalium in eorum parte anteriore paullulo elevati, paullo inaequales, tamquam cicatricem humilem formant insigniter variantem formâ. — Clypeus humefactus maculâ pallide flavidâ ornatur, quae utrimque vittâ fuscâ ab oculo antico laterali aut ab intervallo huius oculi et medii deorsum descendentem, ad marginem clypei foras fractâ aut dilatâtâ, finitur. Pedum (humefactorum) tibiae annulis pallide flavis binis ornantur: paullo pone basim et prope apicem; fuscado, quibus annuli hi distinguuntur, plerumque inaequabilis, in medio pallidior, ita, ut tibiae plus minusve evidenter annulis pallidis tribus et obscuris quatuor ornentur, annulo pallido medio minus expresso quam ambo reliqui sive annulis obscuris 2-o et 3-o inter se plus minusve confusis.

*Psechri Libeltii* (feminae) oculi antici etiam subaequales sunt, medii inter se  $\frac{2}{3}$  diametri saltem remoti (diameter ca. 0.44, intervallum ca. 0.31 longum), area oculorum mediorum pone parum aut vix latior quam ante (1.05 et 1.08, 1.07 et 1.13 lata, ca. 1.3 longa), ceterum oculorum situs similis atque in *Psechro argentato*, sed series antica fortasse paullulo fortius procurva: puncta media oculorum mediorum cum marginibus superioribus lateralium lineam rectam, in *P. argentato* lineam paullulo sursum curvatam designare mihi videntur, quum cephalothorax directo a fronte adspicitur. *Epigyne* ca. 1.4 lata, 1.1 longa, leviter convexa, sulcis ornata duobus in margine postico initium capientibus, modice incurvatis, anteriora versus et paullo intus directis, 0.55 longis, pone 0.55, ante ca. 0.3 inter se remotis; pars epigynae sulcis inclusa in transversum plana, in longitudinem ante leviter, pone fortius convexa, maximam partem parum indurata, albida, modo margines eius laterales, ca. 0.1 lati, fortius indurati videntur (fortasse etiam margines hi membranacei sunt, sed per eos partes quaedam internae corneae translucent); etiam in parte anteriore mediâ epigyne pallide colorata est, partes eius laterales vero obscuriores, corneae.

*Color* eo solum distinctus videtur, quod margo sterni flavidus, pube albâ tectus, non integer sed in maculas divulsus est (nota nescio an non satis constans).

Exempli obscure colorati, humefacti, *cephalothorax* obscure rufo-umbrinus, vittis tribus flavidis ornatus, mediâ angustâ inaequali, sulco medio interruptâ, lateralibus latioribus, circiter tibias I latitudine aequantibus, paullulo incurvatis, paullo inaequalibus, latera partis cephalicae occupantibus, in parte thoracicâ ab eius margi-



nibus limbo obscuro mediocriter lato remotis; clypeus flavidus vittâ utrimque ornatus fuscâ, latâ, ab oculo laterali deorsum descendenti, ad marginem clypei foras paullo dilatatâ. Sternum rufo-fuligineum, lineâ mediâ pallidâ angustissimâ, pone abbreviatâ, interruptâ, parum perspicuâ et ad margines maculis utrimque tribus maioribus quartâque parvâ flavido-albis ornatum. Mandibulae rufo-umbrinae, apicem versus pallidiores, supra vittis duabus pallidioribus pictae. Maxillae et labium rufo-umbrina et fuliginea, illae basi et apice, hoc apice fulvum. *Palpi* pallide fulvi et flavidi parte tarsali paullo obscuriore, colore umbrino et fuligineo picti: pars femoralis in dimidio basali subter vittâ, in apicali annulis duobus, patellaris annulo apicali, tibialis basali et apicali ornata, tarsalis summâ basi flavidâ, prope basim angustius, apice late umbrina aut badia. *Pedum* coxae subter sterno similes, flavido maculatae: sex posteriores basi maculis binis et apice punctis ternis, anticae vittâ longitudinali valde inaequali; reliquae pedum partes flavido-umbrinae et fulvae, femora apicem versus et anteriora etiam subter obscuriora subfuliginea, flavido punctata, sub apice annulo flavido, ad radices aculeorum maculis umbrinis obsoletis ornata, patellae basi angustius, apice late fuligineae, tibiae basi et apice annulo fuligineo, pone basim et ante apicem annulo pallide flavido pictae, reliqua pars earum lata, colore umbrino plus minusve inaequaliter (in medio minus fortiter) suffusa. *Abdomen* (post partum, corrugatum) obscure rufescenti-umbrinum, dense subtiliter (in sulcis) fulvo lineatum; in parte anteriore dorsi vestigia cernuntur vittae obscurioris (lineolis fulvis non variegatae) elongato triangularis, inaequalis: utrimque in sinus latos binos excisae, vittâ angustâ lanceolatâ cinereo-umbrinâ dimidiatae; venter rufo-umbrinus, lateribus paullo pallidior, cum epigastrio vittâ mediâ angustâ pallide flavidâ, fuligineo marginatâ dimidiatus et utrimque lineâ simili, tenuiore, parum expressâ terminatus. Mamillae et cribellum obscure rufo-umbrina.

Alterum exemplum adultum multo pallidius; *cephalothorax* eius fulvus, in parte mediâ latâ leviter modo et inaequaliter infuscatus, supra margines partis thoracicae utrimque maculis ternis umbrinis pictus; clypei, sterni, *pedum* pictura similis atque exempli obscuri, minus expressa; *abdominis* dorsum cinerascens-fulvum, mamillas versus in lateribus obscurius, umbrinum. punctis et maculis parvis umbrinis adpersum; partes pallidiores vittam formant ante totam latitudinem dorsi occupantem et parum expressam, mamillas

versus evidentiore, angustatam, marginibus lobatam, vittam angustiore, obscuram, dimidiatam, similem atque in exemplo obscuro includentem; latera abdominis et venter dorso paullo obscuriora, illa umbrino maculata et plagâ umbrinâ obliquâ paullo pone medium supra picta; venter utrimque lineâ tenuissimâ umbrinâ a lineis flavidis mediâ et laterali spatiis subaequalibus remotâ ornatus.

Exempli obscuri desiccati pictura *cephalothoracis*, pube cinerascenti, in vittis pallidis lateralibus magis albidâ tecti, minus expressa quam humefacti: vittae dictae pone albiae, ceterum parum manifestae, vitta media indistincta; area oculorum fulvo pilosa, clypeus in medio albus, in lateribus umbrinus; latera partis cephalicae vittâ latâ albidâ, ab areâ oculorum retro et deorsum descendentî, retro curvatâ, ornata. Sternum et coxae subter fuligineo-nigra. illud maculis marginalibus et lineâ mediâ, supra descriptis, harum sex posteriores basi punctis binis, apice tenuis (ex parte saltem), coxae anticae ad apicem ante macula maiore, pone puncto, albis, distinctissimis ornatae; trochanteres coxis similes, ex parte saltem punctis albis picti. *Palporum* pars femoralis subter in partibus pallidis, (patella apice?), tibialis in annulo pallido ex parte, tarsalis basi supra albo pilosa. In *pedibus* annulus sub apice femorum et puncta in eorum latere inferiore, tibiarum annuli flavidi pone basim et prope apicem siti albo pilosa ex parte saltem (exemplum nostrum paullo detritum est). *Abdominis* dorsum et pars laterum superior fuligineo-nigra dense albo lineata, dorsum apicem versus obscure fulvum, eius vitta antica cinerea, ad eam utrimque circiter in  $\frac{1}{3}$  dorsi macula oblonga nigra; laterum pars inferior nigra fulvo densissime lineata; venter obscure ferrugineus, eius vitta media alba.

Exempli pallidioris *cephalothorax*, *palpi*, *pedes* colore albo similem in modum picta videntur; *abdominis* dorsum in dimidio anteriore pallide umbrinum dense albo punctatum, vittâ mediâ lanceolatâ aequabiliter albo-cinereâ, in dimidio posteriore albo-cinereum, maculis umbrinis aliquot (ca. 6) transversis, per paria dispositis ornatum, in parte posticâ fulvum; laterum pars inferior cinereo-fulva, fuligineo disperse punctata; venter vittâ mediâ et lineis lateralibus albis, etiam scuta pulmonalia in latere exteriori et postico albo marginata; ad vittam mediam venter fuligineus est, tum obscure ferrugineus, qui color sensim in colorem laterum abit.

Cephalothorax (in lineâ mediâ) 7 mm longus, 5.1 latus, frons 3.0 lata, internodia pedum

I 16.2, 3.5, 16.5, 16.5, 7.1, III 9.0, 2.3, 6.5, 7.6, 3.5,  
 II 12.0, 3.0, 10.7, 11.5, 5.0, IV 13.0, 2.4, 11.0, 12.1, ? longa.

Abdomen 12.5 longum, 4.5 latum. Alius exempli cephalothorax 6.8 longus, internodia pedum

I 14.8, 3.0, 14.5, 14.1, 5.5, IV 11.8, 2.3, 10.2, 10.9, 5.4 longa <sup>1)</sup>

Sumatra: Palembang.

### *Psechrus annulatus* n. sp.

Tab. XXIII, fig. 21.

#### Femina.

Etiam haec species *Psechro argentato* (Dol.) valde similis est. *Oculi* antici medii lateralibus evidenter minores (eorum diametri 0.31 et 0.39 mm longae), inter se ca. radio, a margine clypei parum plus quam duplâ diametro remoti; series anterior oculorum paullo fortius deorsum curvata: puncta media mediorum paullulo supra margines superiores lateralium sita sunt; series oculorum posterior 1.72 lata, anteriore 1.29 latâ paullo plus quam diametro oculi lator; oculorum mediorum posticorum diameter ca. 0.36, intervallum 0.23, spatium, quo a lateralibus distant, ca. 0.26 longum; area oculorum mediorum ante 0.35, pone 0.45 lata, 0.50 longa. *Epigyne* modice convexa, 1.2 lata, 0.9 longa, ornata in dimidio posteriore foveis duabus valde profundis, rotundatis, paullo transversis: 0.24 longis, 0.3 latis, ante et extrinsecus et pone optime, intus vero paullo minus definitis, inter se septo lato, a margine postico epigynae ab imo visae ca. 0.15 mm remotis; in parte posticâ exteriori foveae sulcum emittunt angustum, retro directum, in latere postico epigynae modice incurvatum; pars epigynae foveis et sulcis interiecta inter foveas 0.27 lata, pone eas subito usque ad 0.8 mm dilatata, margine postico paullulo rotundato, quum ab imo, utrimque leviter sinuato, quum a parte inferiore posticâ adspicitur.

Araneae humefactae color similis atque exempli obscuri *Psechri*

<sup>1)</sup> Exempli maioris pedes I 59.8 longi, ca. octies et dimidio longiores quam cephalothorax, minoris 51.9 longi, cephalothorace parum plus quam septies et dimidio longiores. Pedum I longitudo cum cephalothorace comparata nota itaque ab arachnologis ad distinguendas species *Psechrorum* adhibita quidem, sed paullo mutabilis est.



*Libellii, cephalothoracis* vitta media parum expressa aut plane indistincta, clypei vittae obscurae ab oculo laterali antico laterali deorsum et foras versus angulos clypei, neque deorsum directae; sternum lineâ mediâ flavidâ angustissimâ, abbreviatâ et interruptâ, indistinctâ, et margine flavido non interrupto ornatum. *Palpi* modo similes atque in priore, modo annulis obsoletis (in exemplo, cuius pedes distinctissime annulati sunt). Coxae *pedum* posteriorum maculis pallidis apicalibus indistinctis aut nullis; pedes fulvi colore rufo plus minusve suffusi, fuligineo aut nigro maculati: femora annulis quinque ornata dici possunt, ex parte valde incompletis, melius expressis in pedibus posterioribus quam in anterioribus, horum pars basalis enim praeter annulos incompletos maculis interiectis picta est; subter femora modo non evidenter obscuriora sunt quam supra, modo anteriora saltem fuliginea; patellarum annuli singuli, tibiaram anteriorum quinque obscuri (et quatuor pallidi), posteriorum quatuor obscuri (et tres pallidi), annuli obscuri ex parte incompleti; metatarsi et tarsi annulis evidentioribus carent. *Abdomen* modo fuligineo-nigrum dense subtilissime pallidius lineatum, praeter lineam mediam pallidam in ventre et vittam lanceolatam cinerascentem in dorsi dimidio anteriore picturâ evidentiore carens, modo lineis tenuibus flavidis ornatum utrimque quatuor: in latere ventris et in latere abdominis rectis, in latere dorsi et in dorsi parte anteriore non procul a vittâ mediâ undatis.

Exempla nostra non parum detrita sunt. *Cephalothoracis* color pilis mediocriter modo mutatur, his exceptis: clypei pars media maculâ albâ ornatur, quae non totum spatium vittis fuscis interiectum occupat; area oculorum albo pilosa, ab eâ utrimque in latera partis cephalicae vitta descendit lata albida, retro et deorsum directâ, sensim evanescens; vittae laterales pallidae in parte posticâ albo pilosae; vittâ angustâ albidâ cephalothorax etiam inter sulcum medium et marginem posticum ornatur. Sternum fuligineum, lineâ mediâ supra dictâ et vittis lateralibus in maculas quaternas divulsis albis. *Pedum* coxae similem in modum atque in praecedenti albo maculatae; palporum et pedum annuli pallidi albo pilosi ex parte saltem. *Abdomen* in altero exemplo supra fuligineum, dense subtilissime albo et cinerascenti, in laterum parte inferiore ferrugineo lineatum; dorsum ante vittâ lanceolatâ albo cinereâ ornatum, in parte posticâ ferrugineo pilosum; venter obscure ferrugineus, lineâ albâ mediâ angustâ, optime expressâ, a petiolo usque ad cribellum,

et in utroque latere lineâ simili tenuiore, multo minus evidenti ornatus; scuta pulmonalia extrinsecus et pone albo marginata. Alterius exempli abdomen supra obscure umbrinum, vittâ lanceolatâ cinereo-albâ, lineis candidis abunde ornatum exceptâ parte posticâ, quae in medio ferruginea, in lateribus fuliginea est; lineolae candidae ex parte ita inter se coniunguntur, ut dorsum lineis albis quatuor subintegris, leviter undatis ornetur, duabus interioribus medium abdomen fortasse attingentibus, exterioribus totam fere longitudinem occupantibus. Latera abdominis in mediâ fere altitudine lineâ tenui candidâ subrectâ, in dimidio anteriore saltem picta, supra eam albo, infra ferrugineo lineata; venter ut in priore exemplo albo lineatus, obscure ferrugineus, ad lineas laterales vero non late fuligineus.

Cephalothorax 4·8 mm longus, 3·2 latus, frons 1·8 lata; internodia pedum

I	11·2, 2·0, 11·4, 10·7, 5·7,	III	6·0, 1·3, 5·0, 5·4, 2·0
II	8·5, 1·6, 8·0, 7·6, 4·1,	IV	9·0, 1·5, 8·2, 8·3, 5·6 longa.

Abdomen 8 longum. 2·8 latum.

Njalindung. Nusa Kembangan.

E *Psechris* ad hoc tempus descriptis, quos non novi, a *Psechro Libeltii* et *P. annulato* *Psechrus torvus* (Cambr.) differre videtur formâ cephalothoracis paullo aliâ: pars cephalica eius non elevata est, area oculorum non prominet teste Cel. R. J. Pocock (Fauna of British India, Arachnida, p. 211), secundum figuram 18 a Rev. Cambridgeo prolatam in J. Linn. Soc., v. 10, in cephalothorace de super viso pars quaedam sat lata clypei conspicitur in fronte areae oculorum, quod ita non est in *P. Libeltii* et *annulato*. *Psechri ghecuani* Thor. cephalothorax similis est atque in *P. torvo* secundum Cel. Pocockium (l. c.), margines superiores oculorum anticorum mediorum paullo demissius siti quam lateralium (Thorell, Ann. Mus. Genova, s. 2, v. 17. p. 102). *Psechrus singaporensis* Thor. *Psechro annulato* imprimis similis videtur, epigyne eius tamen foveis duabus oblongis paene parallelis ornata describitur (Thorell, Bull. Soc. ent. Ital., a. 26); etiam Th. Workman (Malaysian Spiders) foveas oblongas delineavit et septo duplo saltem quam ipsae angustiore remotas, quum in *P. annulato* foveae transversae sint et septum eis non multo angustius. — Quibus rebus differant *P. Libeltii* et *P. annulatus* a *Ps. alticipiti*, quem Cel Pocock paucis verbis attigit

(l. c.), et a *Ps. himalayano* E. Sim., cuius mas solus innotuit, ulterius inquirendum est.

**Fecenia sumatrana n. sp.**

Tab. XXIII, fig. 20.

**Femina.**

*Cephalothorax* 4.1 mm longus, 2.8 latus, parte cephalicâ 2.1 latâ, eius lateribus magnam partem parallelis, fronte modice rotundatâ oculis anticis mediis paullo prominentibus, margine postico sat profunde sinuato. Impressiones cephalicae profundae; fovea media oblonga. Dorsum a latere visum a margine postico lineâ parum inaequali modice adscendit usque ad punctum summum, quod non parum pone oculos medios posticos situm et supra eos paullulo elevatum est. *Oculorum* series posterior subrecta, paullulo modo procurva, anterior deorsum curvata, punctis mediis mediorum cum marginibus superioribus lateralium lineam subrectam designantibus. Diametri oculorum anticorum mediorum 0.31, lateralium 0.22, posticorum mediorum 0.21, lateralium 0.20, intervalla anticorum: medium 0.19, lateralia 0.10, posticorum: medium 0.27, lateralia 0.39, mediorum antici et postici 0.24, lateralium antici et postici 0.16 circiter longa; area oculorum mediorum ante 0.74, pone 0.71 lata, 0.74 longa. Clypeus sub oculis mediis 0.32 altus. *Mandibulae* 1.7 longae, simul sumptae 2.1 latae, in margine postico sulci unguicularis dentibus 4 armatae. *Palporum* pars femoralis prope apicem aculeis 2 brevibus instructa, reliquae inermes. *Pedum* armatura manifesto paullo mutabilis; femur I supra aculeo 1, ante 1. 1. 1, II supra 1. 1, ante 1. 1. 1, pone 1 aut 0, III supra et ante 1 aut 0, pone 1, IV supra 1. 1 (aculei femorum dorsuales in dimidio basali siti), patellae 0, tibia I ante 1. 1 aut 1. 1. 1, subter (1). 2. 2. 2, II ante 1. 1. 1, subter 2. 2. 2, III subter 1. 2, pone (1). 1, IV pone (1). 1, subter 1. 1. 2, metatarsi subter 2. 2. 2, praeterea I in utroque latere 1, II ante 1, III pone 1, IV pone ad apicem 1. Calamistrum e seriebus pilorum tribus compositum videtur, insigniter longum est. Pedes (ex parte, in metatarsis et tarsis I saltem) longe pilosi. Femur, patella, tibia, metatarsus, tarsus pedum

I 6.6, 1.8, 7.0, 6.9, 2.7, III 2.7, 1.2, 2.25, 2.1, 1.05,  
II 3.9, 1.5, 4.0, 3.65, 1.65, IV 3.8, 1.5, 3.8, 3.15, 1.5 longa.



*Abdomen* 6·5 longum, 3·0 latum, elongato ovatum, ante rotundato-truncatum, paullo deplanatum, dorso maximam partem paene recto et librato, latere postico ad perpendicularum directo. *Epigyne* 1·15 lata, 0·8 longa, insigniter inaequalis: foveâ ornata 0·8 latâ, ca. 0·5 longâ, in lateribus rotundatâ, in foveas duas ex parte medioeriter manifeste divisâ, ante medioeriter modo margine obtuso et molli, in arcus duos recurvatos fracto, in lateribus et pone optime costis corneis elevatis <sup>1)</sup> definitâ; costae hae obscure coloratae, incurvatae, foveam etiam pone ex parte circumdant, ubi apices earum inter se ca. 0·3 mm distant; in lateribus fovea profunda est, fundus eius hic corneus. ceterum pallide coloratus; pars fundi postica, intra (ante) apices incurvatos costarum insigniter elevata lamellam format paene ad perpendicularum directam, corneam pallide coloratam, in angulum acutum fractam, cuius anguli apex anteriora versus directus, fere in mediâ foveâ situs, in carinulam abit acutissimam, humilio-rem, cum angulo marginis antici insilienti coniunctam. *Cribellum* ca. 1·6 latum, 0·065—0·09 longum, dimidiatum.

Humefactae araneae *pars cephalica* fulva, thoracica flavida, oculi colore nigro cincti, impressiones cephalicae leviter, margines laterales partis thoracicae fortiter non late colore rufo-umbrino tincti, margines cephalothoracis in angulis faciei et prope eos rufo-fuliginei. *Mandibulae* ferrugineo-fulvae. *Sternum* et *maxillae* fulva, illud anguste obscurius marginatum et in parte posteriore mediâ infuscatum, *labium* pallidius et obscurius umbrinum. *Palpi* ferrugineo-fulvi basim versus pallidiores. *Pedes* IV et pedum sex anteriorum coxae et femora pallide fulva, reliquae partes pallidius et obscurius ferrugineae, femora sex posteriora annulis ternis: in dimidio basali et pone medium et in apice ornata pallidius et obscurius umbrinis, plus minusve incompletis, femora I apice obscure umbrina, sub apice annulo flavido picta, ceterum infuscata subter et apicem versus fortius quam supra et basi, etiam femora II similem in modum sed minus infuscata; patellae posteriores in lateribus umbrinae, supra fulvae, anteriores (praesertim I) etiam supra infuscatae; tibiae IV basi anguste, prope medium et in apice latius umbrino annulatae, reliquae subferrugineae basi plus minusve flavidae, quatuor anteriores apice infuscatae. *Abdomen* obscure avellaneum; dorsum vittâ pictum mediâ lanceolatâ pallidius avellaneâ, dimidium ante-

<sup>1)</sup> Costae hae e lamellis binis tenuibus, inter se contingentibus constant.

rius occupanti, punctis adpersum umbrinis et fuligineis et maculis aut lineis e punctis talibus conflatis his ornatum: vitta antica media utrimque lineâ umbrinâ mediocriter expressâ finitur, apex eius lineâ evidentiore coniungitur cum maculâ sat magnâ oblongâ, in dorsi proprii parte posticâ et supra mamillas sitâ; dimidium posterius dorsi seriebus duabus macularum parvarum utrimque 3 aut 4 ornat, inter se circiter dimidiâ latitudine abdominis distantibus; latera abdominis umbris tribus magnis parum expressis picta; venter fuligineus, ad epigastrium et prope a cribello fasciâ ornatus non latâ flavo-albidâ et prope medium utrimque maculâ magnâ flavo-albidâ subtriangulari (extrinsecus parum definitâ), quae maculae angulis anticis interioribus non late inter se distant, posteriora versus autem a se discedunt. *Mamillae* pallide fulvae.

Exemplum nostrum non parum detritum est, supra pilis longiusculis, modice confertis, dilute flavidis et cinerascentibus, in maculis pallidis ventris pilis brevioribus albis et albidis tectum fuisse videtur.

Sumatra: Palembang.

*Fecenia maforensis* E. Sim. et *F. ochracea* (Dol.) E. Sim. formâ epigynarum, quas Cel. E. Simon delineavit in Ann. Soc. ent. Belgique, v. 50. p. 287, differunt a *F. sumatranâ* insigniter. *Feceniae angustatae* Thor. epigyne inter et pone foveas tuberculo pone excavato ornata, cephalothorax piceo-fuscus describitur, pedes annulis obscuris probabiliter carent. *Feceniae cylindratae* Thor. epigyne aliquatenus similis videtur epigynae *F. sumatranae*, sed lamella, quâ fovea pone finitur, nigro-fusca, margine leviter procurvo dicitur (T. Thorell, Ann. Mus. Genova, s. 2, v. 17, p. 264). *Feceniae travancoriae* Poc., quae, ni fallor, formâ epigynae parum differt a *F. sumatranâ*, femora apice modo obscure colorata, venter — praeter fascias pallidas anticam et posticam — maculâ triangulari flavâ (nonne utrimque?) ornatus, oculi postici mediî duplâ diametro remoti describuntur (in *F. sumatranâ* etiam pupillae horum oculorum non duplâ diametro inter se distant: diameter earum 0.19, intervallum 0.32 longum est). *Fecenia protensa* Thor. oculis anticis mediis se-supplâ diametro saltem, posticis mediis a lateralibus parum longius quam inter se remotis et abdominis picturâ non parum differt a *F. sumatranâ* secundum descriptionem. *F. macilentae* E. Sim. mas solus descriptus est.

## Dietyridae.

### Ciniflo (?) taprobanicola (Strand).

1907. *Amaurobius taprobanicola* E. Strand, Süd- und ostasiatische Spinnen (Abh. Ges. Görlitz, v. 25) p. 4, f. 50 b.

Cephalothorax exempli nostri, feminae, 2·8 mm longus est <sup>1)</sup>, 1·8 latus, internodia pedum:

I	2·02, 0·98, 1·60, 1·58, 0·85,	III	1·68, 0·78, 1·10, 1·2, 0·65,
II	1·88, 0·9, 1·35, 1·35, 0·75,	IV	1·95, 0·9, 1·6, 1·45, 0·68

longa. Pedum armaturâ femina nostra differt insigniter ab exemplis a Cel. Strandio descriptis: femur II alterum inerme, alterum aculeo 1, tibiae III aculeo 1 prope apicem ante armatae, reliquae inermes!, metatarsi sex anteriores praeter aculeos in apice et ad eum sitos 2 aut 3, subter modo aculeati: I aculeis 2. 1, II 2, III 1, metatarsi IV subter prope medium 1 et ad apicem ante 1 armati; nihilominus non dubito, quin exemplum nostrum *A. taprobanicolae*, cuius feminam in insulâ Taprobane lectam vidi, sit subiungendum.

Oculorum diametri: anticorum mediorum 0·14, lateraliū 0·16 et 0·13, posticorum mediorum 0·13, lateraliū 0·145, intervalla oculorum anticorum: medium 0·10, lateralia 0·13, posticorum: medium 0·18, lateralia 0·24, mediorum antici et postici 0·115, lateraliū antici et postici 0·04 longa; area oculorum mediorum ante 0·36, pone 0·42 lata, 0·37 longa.

Differt haec species a *Ciniflonibus* Europaeis mihi notis calamistro simplici: usque ad calamistrum metatarsus IV utrimque pilis vulgaribus instructus est, in *Ciniflonibus* Europaeis verum prope a calamistro proprio in latere exteriori metatarsus serie pilorum longiorum confertorum, a calamistro vittâ angustâ glabrâ distinctâ ornatur.

Protjot, femina unica.

### Badumna hirsuta Thor.

Tab. XXIII, fig. 22, 23, 25, 26.

1890. *Badumna hirsuta* Thorell, Studi cet. v. 4, p. 323.

Feminae nostrae adultae maximae cephalothorax 5·3 mm longus,

<sup>1)</sup> Longitudo cephalothoracis a Cel. Strandio l. c. prolata: 3·3 mm manifesto non recta est.



3·5 latus, pars cephalica 2·0, area oculorum 1·7 lata, internodia pedum:

I	4·4,	1·88,	4·05,	3·9,	1·95,	III	3·38,	1·58,	2·55,	2·62,	1·35,
II	3·75,	1·72,	3·15,	3·0,	1·65,	IV	3·98,	1·65,	3·22,	3·3,	1·58

longa, abdomen 7 longum, 5 latum. Exempli minimi cephalothorax 3·9 longus, pedes I 13·1, II 10·5, III 9·2, IV 11·0, abdomen 5 longum.

*Mandibulae* apice intus oblique truncatae, margine truncato aequis fere angulis foras et deorsum directo, ornato in latere antico dentibus quatuor, primo minore quam 2-dus, maiore quam 3-us et 4-us, in latere postico dentibus duobus, primo quam secundus maiore.

*Pedes* abunde aculeati, armaturâ paullo mutabili, ex. gr. hac: femora supra aculeis 1. 1. (1), ante I 1. 1. II et III 1. 1. 1, IV 1, pone sex anteriora 1. 1 aut 1. 1. 1, IV 1, patellae 0, tibiae I subter 2. 2. 2, ante 1. 1. 1, pone 1. (1). 1. II subter 2. 2. 2, ante et pone 1. 1, III subter (1). 1. 2, ante et pone 1. 1, IV armaturâ simili aut pone aculeis 1. 1. 1, metatarsi in apice et ad eum 5, praeterea sex anteriores supra 1, ante 1. 1, pone (1.) 1, subter 2. 2, IV supra ante et pone calamistrum 1, ante 1. 1 aut 1. 1. 1, subter 2. 2, pone 0. Calamistrum e serie pilorum simplici constans.

*Epigyne* mediocriter indurata, male definita, pone recte fere truncata, pariete postico sat alto (ca. 0·24 mm), praerupto, foveâ ornata profundâ, 0·24—0·29 latâ, circiter duplo latiore quam longiore, formâ paullo varianti, ante mediocriter modo, in lateribus modice, pone pariete postico epigynae optime definitâ, marginibus sublibratis; margo foveae posticus paullo impendens, in parte mediâ crassiusculus (ca. 0·08 crassus), latera versus attenuatus, modo rectus fere, modo leviter procurvus; ad eius apicem utrumque, pone, epigyne dente ornatur intus et retro directo, subconico, oblongo, ca. 0·07 longo, apice modo acuto, modo obtuso, modice indurato, pallido. — *Cribellum* dimidiatum.

*Abdominis* humefacti color typicus hic videtur: dorsum umbrinum maculis castaneis pictum: ante vittâ mediâ, medium dorsum circiter attingenti, paullo inaequali: non procul a margine antico et circiter in dimidiâ longitudine paullulo dilatâtâ; a partibus dilatatis umbrae castaneae foras extenduntur, antica angusta parum perspicua, postica insigniter crassior, melius expressa; in parte po-

steriore dorsum fasciis ornatur transversis fortasse octo (quinque anterioribus solum plus minusve distinctis, reliquis confusis), spatium circiter duplo angustius quam abdomen occupantibus; earum tres anteriores e triangulis binis constant apice intus et anteriora versus directis et inter se coniunctis, una aut duae insequentes arcus sunt recurvati; fascia antica cum apice vittae mediae coniungitur; in lateribus dorsum colore castaneo plus minusve tinctum est, modo ita, ut color umbrinus mediae partis dorsi sensim abeat in colorem castaneum laterum, modo colores hi inter se lineâ modice expressâ dentatâ distinguuntur. Venter castaneus, utrimque lineâ e punctis fulvis constanti finitus et lineis similibus duabus brevioribus, inter se paullo minus quam a lineis lateralibus remotis ornatus. — Desiccati abdominis, pilis longis albis crispulis ornati, pictura indistincta in dorso; latera pilis albis sparsa; ventris lineae pallidae pube albâ tectae, interruptae, melius expressae videntur quam in araneâ humefactâ.

Maris statura valde mutabilis: vidi exempla cephalothorace 5·2, 4·65. 3·9, 3·0, 2·6, 2·35 mm longo; cum staturâ variant notae nonnullae aliae, imprimis oculorum situs.

*Cephalothoracis* dorsum prope oculos in exemplis magnis sat fortiter, in parvis leviter modo declive. Series *oculorum* antica paullo longior quam spatium, quo oculi laterales postici inter se distant (ut in femiâ), paullulo deorsum curvata, marginibus inferioribus oculorum lineam paene rectam designantibus (in utroque sexu). Exempli cephalothorace 4·65 longo diametri oculorum (pupillarum) anticorum mediorum 0·225, lateralium 0·24 et 0·18, posticorum mediorum 0·195, lateralium 0·21 et 0·18, intervalla anticorum: medium 0·095, lateralia 0·16, posticorum: medium 0·29, lateralia 0·32, mediorum: antici et postici 0·31, lateralium: antici et postici 0·08 longa; area oculorum mediorum ante 0·55, pone 0·68 lata, 0·73 longa; clypeus sub oculis mediis 0·24, sub lateralibus 0·22 altus; exempli minimi (cephalothorace 2·35 longo) moduli respondentes: diametri oculorum ant. med. 0·16, ant. lat. 0·16 et 0·12, post. med. 0·13, post. lat. 0·135 et 0·12, intervalla oculorum ant. med. 0·065, lat. 0·065, post. med. 0·16, lat. 0·18, med. ant. et post. 0·18, lat. ant. et post. 0·04, area oculorum mediorum 0·36 et 0·40 lata, 0·44 longa; clypeus 0·105 et 0·095 altus; oculi itaque — cum cephalothorace comparati — insigniter maiores in exemplo parvo, eorum intervalla contra deminuta, non aequabiliter quidem: in serie anticâ oculi la-

terales multo magis quam medii loco suo moti et mediis approximati, series postica contra fere aequabiliter contracta, area oculorum mediorum propterea posteriora versus multo minus dilatata quam in exemplo magno. Eorundem exemplorum pars patellaris palporum 0·6 et 0·33 longa, 0·37 et 0·23 lata, tibialis (angulo apicali interiore paullo producto incluso) 0·53 et 0·33 longa, prope apicem processibus exclusis 0·37 et 0·24 lata, lamina tarsalis 1·2 et 0·73 longa. 0·52 et 0·36 lata: quam femur I multo angustior in exemplo maiore (femur I 0·8 latum), paullo modo angustior in parvo (femur I 0·40 latum); pars tibialis processibus exclusis non latior quam patellaris, a basi apicem versus leviter modo dilatata, desuper visa margine apicali obliquo, angulo interiore tuberculum corneum latum formanti, angulo exteriori antico in processum producto paullulo magis foras quam anteriora versus directum, fortiter complanatum, sublibratum, circiter aequae longum atque  $\frac{2}{3}$  diametri partis ipsius, ca. dimidio longiorem quam latiore, lateribus subparallelis, apice modo aequabiliter modo paullo oblique rotundatum; processus hic in palpo desuper adspecto cum laminâ tarsali contingit, neque supra eam prominet; latus exterius partis tibialis in medio (in exemplis parvis) aut paullo pone medium (in maioribus) dente ornatur brevior, oblongo triangulari, paullo compresso, processui apicali subparallelo et ab eo sinu rotundato distincto. Sub processibus latus exterius partis tibialis subplanum est, infra in carinam desinit obtusiusculam, circiter in  $\frac{1}{4}$  partis tibialis initium capientem, usque ad apicem eius pertinentem, sublibratam, quum a latere exteriori adspicitur. Lamina tarsalis anguste ovata fere, basi oblique truncata, ceterum mediocriter asymmetrica, rostro  $\frac{2}{7}$  aut  $\frac{2}{9}$  longitudinis occupanti. Stemma oblongum, non altum, in palpo desuper adspecto paullo extra marginem laminae tarsalis in parte posticâ interiore prominens; ab imo adspectum e lobis duobus constare videtur, quorum maior basim et partem anteriorem occupat, in parte apicali sat magnâ modice excavatus est et hic processu ornatus mediocriter modo indurato, submembranaceo, oblongo, porrecto, leviter deorsum curvato, apice rotundato, quum a latere adspicitur, paullo ante marginem anticum bulbi pertinenti; lobus interior, a priore lineâ aequabiliter fere incurvatâ distinctus, in calcar desinit robustum, anteriora versus et paullo foras et sursum directum, modice foras et paullo deorsum curvatum, sub rostro laminae tarsalis situm, apicem eius longe non attingens; secundum marginem



exteriorem usque ad apicem calcaris dicti lobus hic sulco ornatur, quo recipitur et magna ex parte occultatur embolus longus setiformis, in latere interiore lobi exterioris paullo pone basim stemmatis initium capiens. Armatura *pedum* in exemplis maioribus similis atque in feminâ, [probabiliter magis mutabilis, tibiae IV aut etiam III subter in apice solum aculeatae; exempli minimi femora supra aculeis 1. 1 modo, ante I et II 1. 1, III 1, IV 0, pone I 1 aut 0, II et III 0, IV 1, tibiae posteriores subter inermes, I solae prope medium aculeo 1 aut 2 armantur, in latere antico tibiae I aculeis (1). 1. 1, II 1. 1, III et IV 1, in postico I 1 aut 1. 1, II et III 1, IV (1). 1. 1, metatarsi (praeter aculeos apicales et subapicales) I et II supra 0, III et IV 1 aut 0, in latere antico omnes 1, in postico omnes 1 aut IV 0, subter 2. 2 aut 1. 2, sed IV 0 instructi. Metatarsus IV vestigio quodam calamistri ornatus e serie confertâ pilorum paullo longiorum constanti. Tuberculum *cribelli* non male evolutum, sed cribellum ipsum — ni fallor — deest.

Exemplorum cephalothorace 4.65 et 2.35 longo, 3.3 et 1.68 lato, pars cephalica 2.35 et 1.12 lata, area oculorum 1.5 et 0.85 lata, internodia *pedum*

I	5.0,	1.8,	4.7,	4.7,	2.25,	2.6,	0.9,	2.4,	2.4,	1.28,
II	3.98,	1.7,	3.7,	3.75,	1.75,	2.2,	0.83,	1.9,	1.9,	0.98,
III	3.7,	1.5,	2.88,	3.1,	1.58,	2.0,	0.75,	1.55,	1.6,	0.90,
IV	3.98,	1.58,	3.5,	3.65,	1.65,	2.2,	0.83,	1.9,	2.0,	0.95 longa,

abdomen 5.3 et 2.8 mm longum.

Color idem atque feminae.

Gunung Gedeh; species vulgaris videtur; lecta sunt permulta exempla, pleraque non adulta.<sup>10</sup>

Ulterius inquirendum videtur, an *Badumna exilis* Thor. species sit a *B. hirsuta* distincta

### *Dictyna pictithorax* n. sp.

Tab. XXIII, fig. 27, 28, 29.

#### Femina.

*Cephalothorax* 0.85 mm longus, 0.74 latus, supra basim palporum, ubi insigniter sinuatus est, 0.44 latus, parte cephalicâ anteriora versus insigniter angustatâ, fronte (serie oculorum antica) 0.31 latâ, dorso a margine postico usque ad oculos subaequaliter arcuato, laevis, nitidus. *Oculorum* series posterior modice recurvata, margi-

nibus posticis mediorum cum anticis lateralium lineam subrectam designantibus; series anterior levissime deorsum curvata, marginibus superioribus in lineam rectam dispositis. Oculi postici subaequales (diametro ca. 0·065 longâ), antici medii minores (ca. 0·04), laterales maiores (diametris ca. 0·065 et 0·075 longis), intervalla posticorum: medium 0·09, lateralia 0·075, anticorum: medium 0·065, lateralia 0·03, mediorum antici et postici 0·05, lateralium antici et postici 0·015 circiter longa; area oculorum mediorum pone 0·195, ante 0·14 lata, 0·145 longa; clypeus sub oculis mediis 0·09 altus. *Mandibulae* 0·3 longae, coniunctim 0·34 latae, intus non excisae. *Sternum* laeve, pone late truncatum, hic 0·16 latum. Internodia *pedum*

I 0·73, 0·27, 0·60, 0·55, 0·32, III 0·65, 0·26, 0·47, 0·47, 0·27,  
II 0·72, 0·27, 0·58, 0·52, 0·31, IV 0·76, 0·27, 0·55, 0·56, 0·27

longa. Calamistrum totam fere longitudinem metatarsi IV occupat, e serie simplici pilorum constat. *Abdomen* 0·8 longum, 0·55 latum. *Epigyne* leviter convexa, margine postico inaequali: in medio in sinum angustum, ca. 0·03 longum exciso et prope ab eo paullulo sinuato; pallide colorata est epigyne, vittis duabus obscuris notata, in marginibus sinus medii initium capientibus, hic ca. 0·03 latis, rufo-fuscis, ceterum pallidioribus, anteriora versus et foras directis, paullulo foras curvatis, sensim angustatis, ca. 0·1 longis, ante ca. 0·14 inter se remotis. Lamina *cribelli* late triangularis angulis rotundatis, 0·21 lata, 0·08 longa, integra. *Mamillae* infimae et supremae, exsertae, ca. 0·4 longae, ex internodiis ternis constare videntur, 0·11, 0·23, 0·05 in infimis, 0·11, 0·18, 0·11 in supremis longis.

Color corporis humefacti (abdominis saltem et pedum) valde mutabilis. *Cephalothorax* dilute fulvus, isabellinus fere, parte thoracicâ ad marginem maculis flavo-albis binis utrimque, nonnunquam coniunctis, supra pedes II et III ornatâ, lineis crassiusculis pictus rufo-umbrinis, nonnunquam fulvis, nonnunquam rufo-fuligineis; lineae tales utrimque quinque partes laterales cephalothoracis ornant, intervallis subaequalibus inter se distinctae, radiantes, prima in longitudinem fere directa, in parte cephalicâ sita, secunda impressioni cephalicae respondens; supra (intus) insigniter abbreviatae sunt hae lineae, infra prope a margine cephalothoracis finiuntur exceptâ anticâ, quae etiam ante abbreviata est; in parte anteriore (inter maculam flavo-albam anteriorem et clypeum) cephalothorax nonnunquam lineâ ornatur simili, margini parallelâ, cum quâ lineae ra-

diantes 2-a et 3-a coniunguntur; in parte cephalicâ pone linea similis media brevis cernitur, in parte anteriore autem lineae 4 aut rarius 6; harum duae inter oculos posticos medios initium capiunt, subparallelae sunt, saepe ante tenuiores quam pone, nonnunquam in partes binas divulsae, duae breviores ab oculis posticis lateralibus retro et paullulo intus extenduntur; nonnunquam lineae submediae et laterali interiecta est lineola multo brevior, tenuior, minus expressa, magis obliqua. In exemplis obscure coloratis cephalothorax in lateribus colore fusco insigniter suffusus est, sive vittis fuscis duabus latis, mediocriter expressis et parum definitis ornatus. *Sternum*, *partes oris*, *palpi*, *pedes* isabellina et flavida, modo picturâ evidentiore nullâ, modo sternum anguste nigro marginatum, pedes nigro lineati in latere utroque femorum et patellarum et tibiarum, in latere postico metatarsorum apicem versus. in latere postico tarsi IV in exemplis obscure coloratis, in pallidioribus pedes sex anteriores solum lineati pone in parte apicali femorum, in patellis et tibiis. *Abdomen* avellaneum dorso plus minusve albo punctato et maculato: nonnunquam dorsum ornant paria tria punctorum inter se circiter dimidiâ latitudine abdominis remotorum, in  $\frac{1}{4}$  et paullo ante medium et in  $\frac{2}{3}$  longitudinis sita, in aliis puncta et maculae conflatae vittam utrimque formant latam, modo parum inaequalem et reticulo avellaneo solum interruptam, modo in maculas quatuor aut quinque divulsam, pone mamillas fere attingentem aut insigniter abbreviatam, ante modo etiam abbreviatam, modo cum vittâ oppositâ paullo pone marginem anticum dorsi coniunctam; ceterum abdomen concolor est aut maculis obscurioribus parum expressis ornatur maioribus minoribusque in dorso et in lateribus, in quibus maculae hae plus minusve in fascias obliquas digestae esse possunt, in aliis spatium vittis dorsualibus albis interiectum modo totum modo ex parte maculâ repletur subnigrâ, oblongâ, utrimque tri- aut quadri-lobâ; nonnunquam etiam paries anticus abdominis et pars anterior laterum colore nigro suffusa sunt. *Cribellum* et *mamillae* abdomini similia aut pallidiora, nonnunquam mamillae supremae nigro lineatae supra aut maximam partem nigrae.

Pars thoracica glabra, reliqua aranea pube albâ mediocriter dense tecta.

M a s.

*Cephalothorax* 0.70 mm longus, 0.63 latus, supra basim palporum modice sinuatus et ca. 0.4 latus, fronte 0.28 latâ; dorsum partis



cephalicae subrectum et libratum, modo prope oculos posticos medios paullo declive, parum altius quam punctum summum oculorum horum. *Oculorum* series posterior minus recurva quam in feminâ: puncta media mediorum cum marginibus anticis lateralium lineam designant subrectam; series anterior levissime sursum curvata; oculi antici medii reliquis subaequalibus (diametris ca. 0.065 longis) minores (diametro ca. 0.055 longâ), postici spatiis minoribus quam in feminâ et subaequalibus (ca. 0.05) remoti, antici medii inter se paullulo longius quam a lateralibus distantes (fortasse 0.04 et 0.03 mm); area oculorum mediorum pone 0.17, ante 0.13 lata, 0.15 longa; clypeus sub eâ 0.08 altus. *Mandibulae* (retractae) ca. 0.3 longae, coniunctim 0.24 latae, intus non excisae. *Palporum* pars femoralis 0.21 longa, dorso in dimidio apicali sed non usque ad apicem tumido, cum tumore hoc 0.13 alta; pars patellaris formâ insignis, ante et in latere exteriori insigniter supra partem tibialem prominens, desuper visa ovata asymmetrica, latere interiore fortius arcuato, apice et basi late oblique truncata, 0.18 longa, 0.135 lata, a latere exteriori adspecta supra insigniter et paullo inaequaliter convexa, apice sat late et paullo oblique truncata, subter a basi primo modice incrassata, tum in parte multo maiore modice excavata et apicem versus attenuata, in parte altissimâ 0.12, apice 0.065 alta; partis ante prominentis margo anticus inferior paullo inaequalis, in parte exteriori in carinulam humilem longiorem, in interiore in carinulam similem minorem compressus, inter carinulas has leviter sinuatus; pars tibialis a latere exteriori difficiliter conspicitur, ab interiore parti patellari basi proprius quam apici adnata videtur, ca. 0.095 longa, 0.065 lata, lateribus subparallelis, apice acuminata; latus anticum exterius partis huius spinâ ornatur gracili, aequè fortasse longâ atque pars ipsa lata est, foras et anteriora versus (inter processum laminae tarsalis) directâ, apice deorsum curvatâ; margo apicalis exterior partis tibialis dilatatus et fortiter compressus, reclinatus, lamellam format latam brevem, margini laminae tarsalis parallelam et eo ex parte occultam, quum a latere exteriori adspicitur palpus. Lamina tarsalis in latere exteriori sita, 0.40 longa (cum processibus; a basi stemmatis modo 0.26 longa), ca. 0.2 lata, rostro ca. 0.05 longo, basi insigniter sursum (retro) producta et in dentes duos desinens oblongos subaequales, anteriorem sursum et paullulo anteriora versus directum, paullulo foras curvatum, posteriorem retro et foras et paullo sursum directum;

dentés hi angulum rectum fere formant, apices eorum ca. 0.12 mm inter se distant. Stemma simile atque in *Dictynis* nonnullis aliis; embolus in margine antico prope rostrum initium capit, marginem bulbi anticum et posteriorem sequitur, in parte posticâ basali conductore recipitur, qui lamella est lata, pellucida, complicata. Internodia *pedum*

I 0.68, 0.23, 0.60, 0.50, 0.31, III 0.53, 0.19, 0.40, 0.40, 0.26,  
II 0.63, 0.22, 0.53, 0.47, 0.29, IV 0.61, 0.21, 0.46, 0.49, 0.24

longa. Metatarsus IV leviter sursum curvatus; rudimentum quoddam calamistri in eo vidisse videor. *Abdomen* tuberculo anali excluso 1.1 longum, 0.75 latum. Tuberculum *cribelli* optime evolutum, 0.19 latum, 0.11 longum, eius lamella apicalis distincta, 0.13 lata, 0.05 longa, sed — ni fallor — tubulis textoriis carens. *Mamillae* infimae 0.29, supremae 0.32 longae.

Color similis atque feminarum pallide coloratarum; abdomen avellaneum. punctis paucis minutis umbrinis ornatum, maculis albis modo carens, modo punctis albis in parte anteriore et in lateribus dorsi adpersum in vittas non congestis. Exemplum pedibus aut mamillis nigro lineatis non vidi.

*Dictyna* haec imprimis *D. veliferae* E. Sim. et *D. smaragdulae* E. Sim. affinis videtur, ab utraque staturâ minore, picturâ cephalothoracis, palporum maris formâ distincta.

Kagok, feminae et mas; Kali gangs, feminae et mas; Tjinavi femina.

#### *Filistata sundaica* n. sp.

##### Femina.

*Cephalothorax* 1.5 mm longus, 1.2 latus, ovatus, pone late truncatus, ante subito lateribus leviter sinuatis angustatus, clypeo sub oculis mediis — directo desuper adspecto — 0.29, revera 0.39 longo, supra margines laterales leviter sulcatus; dorsum proprium cum declivitate posticâ in angulum valde latum coniunctum, oculos versus leviter adscendens. *Oculorum* area pone 0.39, ante 0.35 lata, 0.23 longa; in cephalothorace directo desuper adspecto oculorum posticorum margines postici lineam subrectam, antici lineam leviter procurvam, anticorum margines postici lineam levissime procurvam designant; series anterior a fronte simulque desuper visa fortiter procurva punctis mediis oculorum mediorum pullulo supra (pone)

margines superiores lateralium sitis. Oculi medii antici rotundi, postici rotundati; laterales paullo oblongi; diameter oculorum mediorum posticorum 0.08 longa, anticorum fortasse paullo maior, diametri lateralium posticorum 0.95 et 0.11, anticorum 0.11 et 0.13 longae. Oculi antici laterales inter se 0.145, postici medii 0.10 remoti; spatia oculis mediis anticis, anticis mediis et lateralibus, lateralibus anticis et posticis, posticis mediis et lateralibus interiecta parva et parum inaequalia. *Mandibulae* 0.4 longae. *Palporum* pars femoralis 0.8, patellaris et tibialis 0.44, tarsalis (unguiculo excluso) 0.6 longa. *Pedes* inermes; calamistrum breve, ex ordinibus pilorum tribus compositum. Pedum I femur 1.5, patella 0.5, pedum II femur 1.15, patella 0.45, internodia pedum III 1.0, 0.5, 0.78, 0.85, 0.52, IV 1.45, 0.55, 1.3, 1.2, 0.65 mm longa<sup>1)</sup>. *Abdomen* 2.7 longum, 1.8 latum.

Humefactae araneae *cephalothorax* pallide sordide flavidus, oculi laterales supra, medii postici ante colore nigro-castaneo cincti, antici medii in maculâ communi simili, anteriora versus in vittam brevem productâ siti; sternum colore cephalothoracis; partes oris colore rufo suffusae; *palpi* et *pedes* etiam cephalothoraci similes, illorum pars tibialis levius, tarsalis fortiter, pedum I metatarsi et tarsi leviter colore ferrugineo suffusa. *Abdomen* avellaneum.

*Cephalothorax* mediocriter dense, pedes densius pilis adpressis obscure coloratis instructi; *abdomen* exempli nostri detritum, picturâ quâdam e pilis castaneis et pallide coloratis formatâ ornatum fuisse videtur.

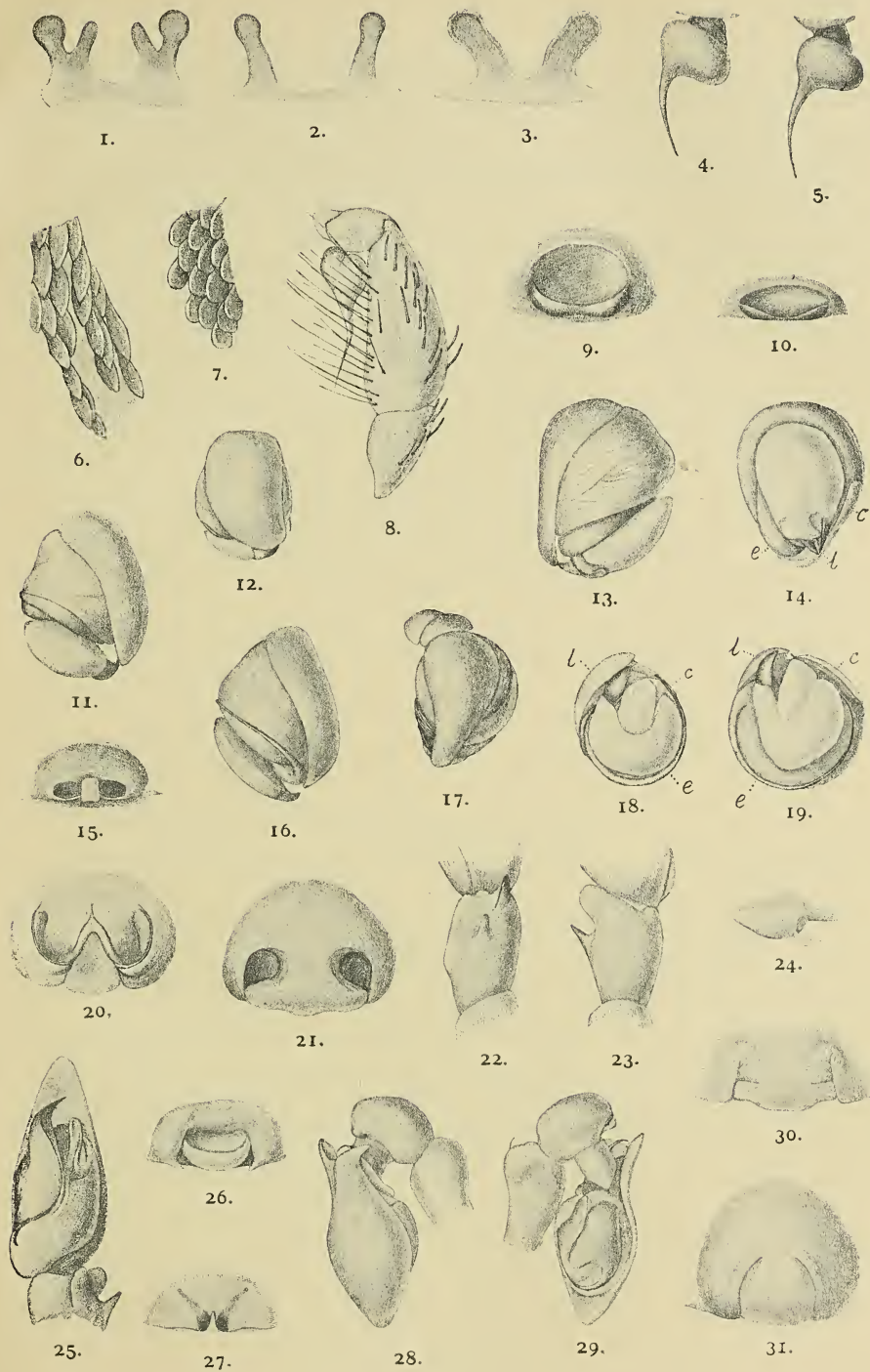
E *Filistatis* Asiae et Australiae huic speciei colore cephalothoracis et pedum *Filistata Garciai* E. Sim. sola similis videtur; huius area oculorum duplo saltem latior quam longior, oculi antici medii parvi describuntur, quod in *Filistatam sundaicam* non quadrat.

### Explicatio tabulae.

1. *Selenocosmia javanensis* (Walck.), receptacula seminis.
2. *Selenocosmia Raciborskii* Kulcz., receptacula seminis.

<sup>1)</sup> Pes I exempli nostri alter caret tibiâ, metatarso, tarso, alter certo reffectus est; huius tibia 1.15, metatarsus 0.97, tarsus 0.78 longus; moduli respondententes — secundum aliud exemplum, cephalothorace contuso, computati, cuius internodia pedum I 1.3, 0.42, 1.32, 1.1, 0.8, II 0.97, 0.42, 0.85, 0.78, 0.55, III 0.87, 0.40, 0.68, 0.74, 0.47, IV 1.2, 0.48, 1.1, 1.03, 0.55 longa sunt — in pede integro fortasse hi essent: 1.5, 1.25, 0.95.







3. *Phlogiellus inermis* (Auss.), receptacula seminis.
4. *Selenocosmia javanensis* (Walck.) var. *fulva* Kulez., stemma dextrum a latere exteriore visum.
5. *Selenocosmia Raciborskii* Kulez., stemma dextrum a latere exteriore visum.
6. *Selenocosmia javanensis* (Walck.) var. *dolichoplectra* Kulez., pars quaedam bacillorum maxillae a latere visa.
7. *Selenocosmia javanensis* (Walck.) var. *fulva* Kulez., pars quaedam bacillorum maxillae a latere visa.
8. *Macrothele maculata* (Thor.), palpi dextri maris partes patellaris tibialis tarsalis a latere interiore visae (pilis plerisque omissis).
9. *Uloborus truncatus* Thor., epigyne ab imo visa.
10. *Uloborus emarginatus* Kulez., epigyne ab imo visa.
11. *Uloborus humeralis* Hass., palpi dextri maris pars tarsalis a fronte visa.
12. *Uloborus humeralis* Hass., palpi dextri maris pars tarsalis a latere interiore visa.
13. *Uloborus truncatus* Thor., palpi sinistri maris pars tarsalis a fronte visa.
14. *Uloborus truncatus* Thor., stemma sinistrum a parte exteriore visa.
15. *Uloborus quadrituberculatus* Thor., epigyne ab imo visa.
16. *Uloborus pteropus* (Thor.) (?), pars tarsalis palpi dextri maris a fronte visa.
17. *Uloborus truncatus* Thor., palpi sinistri maris partes patellaris tibialis tarsalis a latere interiore visae.
18. *Uloborus humeralis* Hass., stemma dextrum a parte inferiore exteriore visum.
19. *Uloborus pteropus* (Thor.) (?), stemma dextrum a parte inferiore exteriore visum.
20. *Fecenia sumatrana* Kulcz., epigyne ab imo visa.
21. *Psechrus annulatus* Kulcz., epigyne ab imo visa.
22. *Badumna hirsuta* Thor., pars tibialis palpi sinistri maris a latere exteriore visa.
23. *Badumna hirsuta* Thor., pars tibialis palpi sinistri maris desuper visa.
24. *Uloborus quadrituberculatus* Thor., epigyne a latere sinistro visa.
25. *Badumna hirsuta* Thor., pars tarsalis et apex partis tibialis palpi sinistri maris ab imo visa.
26. *Badumna hirsuta* Thor., epigyne ab imo visa.
27. *Dictyna pictithorax* Kulcz., epigyne humefacta.
28. *Dictyna pictithorax* Kulcz., palpus sinister maris a latere exteriore visus.
29. *Dictyna pictithorax* Kulcz., palpus sinister maris a latere interiore visus.
30. *Psechrus argentatus* (Dol.), epigyne.
31. *Psechrus Libeltii* Kulcz., epigyne.

In figuris 14, 18, 19 *c* = conductor emboli, *e* = embolus, *l* = lamina tarsalis.



42. *Badania nad bakteriami przeciwocholerycznymi w powietrzu. — Recherches sur les microbes anticholériques dans l'air atmosphérique.* Note de M. R. NITSCH, présentée par M. N. Cybulski m. t.

Pendant les épidémies du choléra en France, deux villes, Lyon et Versailles, sont restées toujours indemnes. Ce fait est difficile à expliquer si l'on admet la théorie de M. Koch — théorie qui ne peut d'ailleurs être mise en doute — que les vibrions cholériques sont la cause de l'épidémie. Au contraire, ce fait parlerait plutôt pour la théorie de Pettenkofer d'après laquelle ce ne sont pas les bacilles qui provoquent l'épidémie, mais les conditions du climat et du terrain, les oscillations du niveau des eaux souterraines, etc.

Or, depuis assez longtemps déjà M. Metchnikoff est d'avis que la théorie de M. Koch et celle de Pettenkofer ne se contredisent pas mais qu'elles se complètent mutuellement. Il serait possible, d'après M. Metchnikoff, qu'une flore bactérienne spéciale se développe dans les voies digestives de l'homme sous l'influence des conditions telluriques et du milieu extérieur en général. Cette flore pourrait en certaines localités favoriser le développement des vibrions cholériques et l'empêcher en d'autres localités. Il se pourrait donc qu'à Lyon et à Versailles une flore pareille se développe dans les voies digestives des habitants, grâce à certains agents extérieurs, et que ce phénomène y empêche la propagation de l'épidémie. C'est à peu près l'hypothèse que M. Metchnikoff a formulée cet hiver (1907/8) dans ses leçons sur le choléra à l'Institut Pasteur. Étant alors à Paris, l'idée m'est venue de m'occuper de cette question. Voilà le raisonnement sur lequel je m'appuyais. Il n'y a pas de doute que si l'hypothèse de M. Metchnikoff est vraie, ces bactéries supposées qui doivent empêcher le développement du choléra à Versailles pénètrent du dehors dans les voies digestives des habitants de cette ville. Il faudrait donc admettre que quelque part à Versailles devrait exister une source, pour ainsi dire, de ces bactéries qui seraient relativement abondantes à Versailles, car elles devraient s'y trouver toujours et partout, puisque Versailles toujours, à toute saison de l'année, a été réfractaire au choléra qui sévissait pourtant tout près, à Paris. Par contre, ces bactéries ne devraient pas se trouver à Paris, ou du moins elles y devraient être beaucoup moins nombreuses. Ensuite, il est pro-

bable que si des bactéries pareilles existent réellement à Versailles, leur source ne peut être cherchée dans les aliments, car tous les hommes ne se nourrissent pas d'une manière identique, tandis que tous les habitants de Versailles, les riches ainsi que les pauvres, restent réfractaires au choléra. Cette source ne peut probablement se trouver dans l'eau, pour la même cause. Il n'y a qu'une chose qui est commune à tous les habitants de Versailles sans exception et dont tout le monde doit pareillement profiter, c'est l'air. Il faudrait donc étudier l'air de Versailles et chercher s'il n'y a pas dans cet air des bactéries qui empêcheraient le développement du choléra. De même, il faudrait par comparaison analyser l'air de Paris pour constater s'il n'y aurait pas là de bactéries pareilles ou bien s'il n'existerait pas une différence, du moins, dans le nombre de ces bactéries à Paris et à Versailles. En m'appuyant sur ce raisonnement, je me suis mis à analyser l'air de ces deux villes pour constater si mes suppositions étaient bien fondées.

Les analyses étaient exécutées à partir du mois de janvier jusqu'à la fin du mois d'avril 1908. Elles ont donné les résultats suivants.

L'air de Versailles a été examiné par moi 13 fois. Il a été prélevé dans le jardin et le parc, dans deux hôtels, dans une église et dans un restaurant. J'ai examiné 220 colonies et j'ai trouvé dans ce nombre 11 qui empêchaient très nettement le développement des vibrions cholériques. Je n'examinais que les colonies qui poussent à la température de 37°, car probablement ce sont les seules qui peuvent se multiplier dans les voies digestives de l'homme.

A Paris, j'ai examiné l'air 17 fois, notamment: celui d'un laboratoire de l'Institut Pasteur, celui des jardins et des parcs, de deux hôtels et de deux logements particuliers. J'ai isolé et examiné 253 colonies, dont 4 empêchaient très nettement le développement des vibrions cholériques.

Ainsi donc, il y avait, en moyenne, à Versailles sur 19 colonies indifférentes 1 anticholérique et à Paris sur 62 ou 63 colonies 1 anticholérique. En outre, j'ai trouvé bien souvent à Versailles, ainsi qu'à Paris, des colonies qui n'empêchaient qu'un peu le développement des vibrions cholériques, à des degrés différents, les unes plus fortement, les autres plus faiblement, mais en tout cas beaucoup moins nettement que celles dont nous avons parlé plus haut. Ces 15 colonies anticholériques, trouvées à Versailles et à

Paris, rendent tout à fait impossible le développement des vibrions cholériques à une distance de quelques millimètres jusqu'à un centimètre tout autour d'elles. Les autres n'empêchent pas complètement le développement des vibrions cholériques; mais les colonies des vibrions cholériques dans leur voisinage sont beaucoup plus petites ou moins nombreuses que plus loin.

Autant qu'il a été possible de constater à l'examen superficiel, de ces 15 colonies anticholériques 13 appartenaient à une même espèce: elles étaient composées de *cocci* assez grands qui se développaient faiblement sur gélose, d'une manière semblable aux streptocoques. Une colonie trouvée à Paris était colorée en jaune et se composait de cocci qui poussaient abondamment sur gélose. Une colonie enfin trouvée à Versailles était constituée par des bâtonnets.

En examinant l'air dans le jardin et le parc de Versailles, j'ai constaté que s'il y avait du vent, je ne pouvais retrouver des colonies anticholériques, tandis que je les ai trouvées deux fois lorsque l'air était calme. Cela est peut-être d'accord avec ce fait que j'ai réussi à trouver quelques fois à Paris des colonies anticholériques. Car il est évident que si ces microbes existent dans l'air de Versailles, le vent peut les disperser de tous côtés. Naturellement, il est presque sûr que ces microbes ne naissent pas dans l'air de Versailles, mais qu'ils y viennent du sol ou des végétaux.

Le fait que nous annonçons dans cette Note peut-il expliquer l'immunité des habitants de Versailles vis à vis du choléra? Il est impossible de l'affirmer à l'heure qu'il est. Il faudrait tout d'abord exécuter des analyses en été et en automne, car c'est dans ce temps que le choléra sévit surtout, et non pas en hiver et au printemps, lorsque nos analyses ont été faites. Ensuite, il faudrait constater si ces espèces microbiennes anticholériques se développeraient dans les voies digestives de l'homme, et il faudrait notamment les trouver dans les intestins des Versaillais. Enfin, il faudrait prouver que si ces microbes se développent dans les voies digestives de l'homme, ils y arrêtent le développement des vibrions cholériques, ainsi qu'ils le font sur les plaques de gélose.

En terminant je dois remercier vivement M. F. Mesnil qui m'a facilité mon travail en me permettant de profiter des ressources de son laboratoire.

Travail fait à l'Institut Pasteur de Paris.

---



## 43. Berichtigungen zu der Abhandlung:

A. Korn, Allgemeine Lösung des biharmonischen Problems im Raume  
(dieses Bulletin, Oktober 1907).

p. 840 lisez dans les formules 9):  $v_{j-1}$  au lieu de  $v_{e-1}$ ,

p. 847 lisez dans les formules 33<sup>a</sup>):  $\varrho^\lambda C$  au lieu de  $\varrho C$ ,

p. 850 lisez dans les formules 39) et 40):  $\frac{\beta}{\Lambda}$  (où  $1 + \frac{\beta}{\lambda} = \frac{\beta}{\Lambda}$ ) au lieu de  $\frac{\beta}{\lambda}$ ,

p. 852 l. 5 lisez:  $\bar{v} + v$  au lieu de  $v + v$ ,

p. 852 l. 12 et 17 lisez:  $\frac{\partial^2 X}{\partial x \partial v}$  et  $\frac{\partial^2 P}{\partial x \partial v}$  au lieu de  $\frac{\partial^2 X}{\partial y \partial v}$  et  $\frac{\partial^2 P}{\partial z \partial v}$ ,

p. 852 l. 21 lisez:  $\frac{\partial^2}{\partial x \partial v}$  et  $\frac{\partial^2}{\partial x \partial v}$  au lieu de  $\frac{\partial^2}{\partial y \partial v}$  et  $\frac{\partial^2}{\partial z \partial v}$ .

p. 853 l. 2 lisez: abs.  $\|_i^2$  au lieu de abs.  $\|_i^2$ ,

p. 853 lisez dans les formules 40'):  $\frac{\beta}{\Lambda}$  (où  $1 + \frac{\beta}{\lambda} = \frac{\beta}{\Lambda}$ ) au lieu de  $\frac{\beta}{\lambda}$ ,

p. 855 lisez dans les formules 46):  $-\frac{1}{4\pi} \int f \frac{dr}{r}$  au lieu de  $f$ ,

p. 855 lisez dans les formules 46): in  $\tau$  au lieu de: in,

p. 859 lisez dans les formules 57):  $\mu_{k+l} \varepsilon^{k+l}$  au lieu de  $\mu_{k-l} \varepsilon^{k+l}$ ,

p. 861 lisez dans les formules 61):  $\lambda^2$  au lieu de  $\lambda$ ,

p. 861 lisez dans les formules 62):  $\lambda^{2j}$  au lieu de  $\lambda^j$ ,

p. 866 l. 4 lisez:  $w - w'$  au lieu de  $w' - w'$ ,

p. 874 l. 8 lisez:  $\frac{1}{2\pi}$  au lieu de  $\frac{1}{3\pi}$ ,

p. 875 l. 6 lisez:  $u - \frac{1}{4\pi}$  ( au lieu de  $-\frac{1}{4\pi}$  ( ,

p. 880 lisez dans les formules 106): abs.  $\left| \frac{\partial w_0}{\partial h} \right|_1^2$  au lieu de abs.  $\left| \frac{\partial w_0}{\partial h} \right|$ ,

p. 880 l. 26 lisez: von  $u v w$  au lieu de:  $u v w$  von,

pp. 886—888 lisez:  $1 + \frac{\beta}{\Lambda}$  au lieu de  $\frac{\beta}{\Lambda}$ ,

p. 892 l. 16 lisez:  $Z_j$  au lieu de  $Z$ ,

p. 894 l. 4 lisez:  $-\frac{a_j}{2(2j+1)}$  au lieu de  $-\frac{1}{2(2j+1)}$ ;

p. 894 remplacez la remarque<sup>1)</sup> par la remarque suivante:

<sup>1)</sup> Für welche:

$$u = -\frac{1}{4\pi} \frac{\partial}{\partial x} \int \theta \frac{d\tau}{r} + \frac{1}{4\pi} \frac{\partial}{\partial y} \int w \frac{d\tau}{r} - \frac{1}{4\pi} \frac{\partial}{\partial z} \int v \frac{d\tau}{r}, \dots$$


---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

2 Lipca 1908.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

T. Koźniewski, L. Marchlewski. Etudes sur la chlorophylle . . .	Juin 1907
J. Merunowicz, J. Zaleski. Les Hémines . . . . .	Juill. 1907
J. Zaleski. Méthode d. combustions élém. etc. . . . .	Juill. 1907
W. Dziewulski. Perturbations séc. d. petites planètes . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner, St. Tolloczko. Vitesse d. dissolution d. solides, II. . . . .	Juill. 1907
L. Bruner, J. Dłuska. Bromuration du toluène . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner. Conductibilité él. du Br et J en solution etc. . . . .	Juill. 1907
W. Łoziński. Cavités lacustres pleistocènes etc. . . . .	Juill. 1907
Z. Thullie. Diamagnétisme. Théorie des électrons . . . . .	Juill. 1907
St. Dąbrowski. Matière colorante des urines etc. . . . .	Oct. 1907
A. Korn. Solution gén. d. problème biharmonique . . . . .	Oct. 1907
St. Niementowski. Acide anthrauil. et éther benz. etc. . . . .	Oct. 1907
M. P. Rudzki. La gravité à Cracovie, S. Francisco etc. . . . .	Oct. 1907
J. Morozewicz. Composition de la néphéline . . . . .	Oct. 1907
L. Żłobicki. Radium et solutions colloïdales . . . . .	Nov. 1907
C. Zakrzewski. Analyseur elliptique à pénombre . . . . .	Nov. 1907
J. Lewiński. Dépôts jurassiques, chaîne de Sulejów . . . . .	Nov. 1907
L. Marchlewski, J. Robel. Chlorophylles . . . . .	Déc. 1907
K. Żorawski. Équations aux dériv. part. de 1 Ordre . . . . .	Déc. 1907
W. Sierpiński. Développement de l'expression $\sqrt[m]{a}$ . . . . .	Déc. 1907
M. Smoluchowski. Théorie cinét. de l'opalescence des gaz etc. . . . .	Déc. 1907
H. Merczyng. Stegmani Inst. math. libri II . . . . .	Déc. 1907
M. P. Rudzki. Remarque etc. . . . .	Déc. 1907
S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen-Trialdehyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	Janv. 1908
L. Marchlewski, St. Piasecki. Preparing phylloporphyrine . . . . .	Mars 1908
Lad. Natanson. Elliptic polarization of light (magn. field) . . . . .	Mars 1908
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phyllotaonine converted into phytorhodines . . . . .	Avril 1908
L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chloro- phylls unter dem Einfluss von Säuren . . . . .	Avril 1908
J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . .	Avril 1908



*K. Olszewski. Die Verflüssigung der Gase . . . . .	Mai	1908
K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen . . . . .	Mai	1908
M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl . . . . .	Mai	1908
J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny . . . . .	Mai	1908

\* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

## B). Sciences biologiques.

E. Rosenhauch. Développement embryonn. d. l. cellule mucipare	Juin	1907
Z. Wóycicki. Noyaux d. l. cellules d. appendices d. suspenseur etc.	Juin	1907
Z. Wóycicki. Sac embryonnaire de la capucine . . . . .	Juin	1907
W. Kulczyński. Fragmenta arachnologica, V . . . . .	Juin	1907
A. Karpiński, Br. Niklewski. Nitrification d. l. cultures impures	Juin	1907
H. Zapalowiez. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, X . . . . .	Juin	1907
S. Krzemieniewski. Etudes sur l'Azotobacter chroococc. Beij . .	Juill.	1907
St. Welecki. Action phys. de la glande surrén. et de l'adrénaline	Juill.	1907
M. Kowalewski. Etudes helminthologiques, X . . . . .	Juill.	1907
M. Raciborski. Croissance des cellules à pas . . . . .	Oct.	1907
H. Zapalowiez. Revue d. l. Flore d. l. Galicie, XI . . . . .	Déc.	1907
M. Raciborski. Hemmung d. Beweg. wachst. b. Basidiobolus . .	Janv.	1908
VI. Kulczyński. Fragmenta arachnologica VI . . . . .	Janv.	1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv.	1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv.	1908
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung . . . .	Févr.	1908
J. Browiński. Proteinsäuren im Blute . . . . .	Févr.	1908
K. Stolyhwo. Le crâne de Nowosiółka etc. . . . .	Févr.	1908
J. Browiński, S. Dąbrowski. Dosage d. l. mat. color. des urines	Mars	1908
H. Zapalowiez. Revue critique de la Flore de la Galicie. XII . .	Mars	1908
J. Młodowska. Histogenese der Skelett-Muskeln . . . . .	Mars	1908
Ch. Klecki, A. Wrzosek. Passage de microbes dans les urines .	Mars	1908
F. Krzyształowicz, M. Siedlecki. Etude exp. de la syphilis . .	Mars	1908
J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . .	Avril	1908
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . .	Avril	1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . .	Avril	1908
B. Petschenko. Bacillopsis stylopygae; nov. gen. et nov. spec. .	Avril	1908
H. Krzemieniewska. Ernährung des Azotobacters . . . . .	Mai	1908
H. Hoyer. Lymphgefäßsystem der Froschlärven. II . . . . .	Mai	1908
E. Rosenhauch. Flora des physiologischen Bindehautsacks der Neu- geborenen . . . . .	Mai	1908

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

506.436  
N° 7.

JUILLET.

1908.

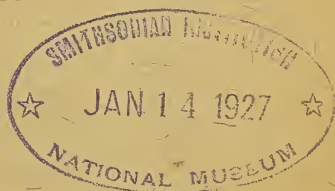
BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE :

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes :

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie

sous la direction de M. **Ladislav Natanson,**

Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.



BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.  
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 7.

Juillet

1908.

- Sommaire:** 44. ED. JANCZEWSKI. Sur les anthères stériles des groseilliers.  
45. B. NAMYSŁOWSKI. Sur la structure et le développement de *Wawelia regia* nov. subfam. gen. sp.  
46. H. ZAPĄŁOWICZ. Revue critique de la flore de la Galicie. XIV partie.  
47. K. JABŁCZYŃSKI. Kinetik der Folgeaktionen; Reduktion der Chromsäure durch Oxalsäure.  
48. K. JABŁCZYŃSKI. Beziehung zwischen der Rührgeschwindigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen.  
49. K. KLING. Über die o-, m- und p-Tolyläthylalkohole.  
50. A. KORCZYŃSKI. Über anormale Salze.  
51. J. BURACZEWSKI und T. KOZŃIEWSKI. Jodderivate des Strychnins und Brucins.  
52. C. ROUPPERT. Discomycetum species novae tres.  
53. F. KAMIENSKI. Nouveau moyen pour faciliter les observations microscopiques et la microphotographie stéréoscopique (platine-balance).  
54. P. WIŚNIEWSKI. Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Fruchtform bei *Zygorhynchus Moelleri* Vuill.  
55. M. SIEDLECKI. Über Bau, Lebensweise und Entwicklung des javanischen Flugfrosches (*Rhacophorus reinwardtii* Boie).  
56. B. KONOPACKA. Die Gestaltungsvorgänge der in verschiedenen Entwicklungsstadien zentrifugierten Froschkeime.  
57. H. WIELOWIEYSKI. Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung.  
58. Berichtigung zu der Abhandlung: E. Rosenhauch, Über die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen.

Séance du lundi 22 Juin 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ED. JANCZEWSKI.

44. *Pylniki jałowe w porzeczkach.* — *Sur les anthères stériles des groseilliers.* Note de M. ED. JANCZEWSKI m. t.

(Planche XXIV).

Nous avons déjà démontré ailleurs que les fleurs femelles des espèces dioïques du genre *Ribes* contiennent des anthères soit absolument vides (sous-genre *Berisia*), soit munies de languettes composées de grains inertes, complètement comprimés (sous-genre *Parilla*)<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> E. Janczewski. Sexualité de *Ribes*, Bulletin Acad. Cracovie, 1903. pag. 788.

Plus tard, nous avons reconnu que les anthères maigres et vides peuvent se trouver aussi bien dans les espèces à fleurs bisexuées de race pure que dans certains hybrides <sup>1)</sup>. Ce fait était facile à prévoir <sup>2)</sup>, parce que nous savions que les plantes de race pure, cultivées dans des conditions bien différentes de celles de leur milieu naturel, produisent souvent, à l'exemple des hybrides, un pollen mixte ou entièrement stérile, tandis que certains hybrides donnent un pollen presque parfait et imitent ainsi les espèces pures.

Dans ses remarquables recherches sur le développement du pollen des hybrides appartenant aux genres: *Ribes* <sup>3)</sup>, *Mirabilis*, *Potentilla* et *Syringa* <sup>4)</sup>, M. G. Tischler vient de prouver que la stérilité de leur pollen, totale ou partielle, n'est pas due à une incompatibilité des chromosomes de leurs noyaux, mais à sa nutrition défectueuse et insuffisante.

A quoi tiendrait l'absence absolue du pollen dans certains groseilliers ou autres plantes, nous ne le savions pas jusqu'à présent, car M. Tischler n'examina que les anthères qui renfermaient du pollen mixte ou totalement stérile.

Pour élucider cette question, nous venons de suivre le développement des anthères dépourvues de pollen dans quelques groseilliers, sans entrer dans des détails cytologiques devenus superflus grâce aux travaux de M. Tischler, et nous croyons que les résultats de nos recherches jetteront un peu de lumière sur ce problème.

### *Ribes integrifolium*, Philippi, ♀.

Cette espèce chilienne dont nous ne possédons que des pieds femelles <sup>5)</sup>, nous servira d'exemple pour le sous-genre *Parilla* où

<sup>1)</sup> E. Janczewski. Monographie des Groseilliers, Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. XXXV. 1907. pag. 218.

<sup>2)</sup> A. Jenčič. Pollen hybrider Pflanzen, Oesterr. botanische Zeitschrift, 1900, pag. 1. D'après cet auteur, les anthères sont dépourvues de pollen dans les hybrides: *Cirsium affine* Tausch, *Saxifraga Braunii* Wiemann et *Potentilla spuria* Kerner.

<sup>3)</sup> G. Tischler. Pollen bei Ribes-Hybriden, Jahrb. für wissensch. Botanik, XLII, 1906, pag. 545.

<sup>4)</sup> G. Tischler. Zellstudien über Bastardpflanzen, Archiv für Zellforschung, I, 1908, pag. 33.

<sup>5)</sup> Fécondées par les espèces du même sous-genre: *R. punctatum*, *R. polyanthes*, *R. valdivianum*, les fleurs nouent parfaitement et produisent une grande

les anthères femelles ne contiennent pas de pollen distinct; dans le sac pollinique, on trouve cependant une languette sèche, composée de cellules inertes entièrement comprimées en une masse compacte.

Vers la fin de l'hiver, quand la grappe florale est encore engagée dans les écailles, les anthères ne présentent rien de particulier dans leur structure. Les parois sont composées de quatre assises, les sacs remplis de cellules mères définitives à cloisons minces.

Sitôt que la grappe commence à s'allonger et à quitter les écailles, on trouve les membranes des cellules mères plus ou moins gonflées, le contenu indivis, avec noyau en mitose, ou divisé en tétrades. Toutefois, les grains ébauchés ne possèdent pas encore des membranes propres, et sont séparés par des cloisons nettement gonflées (Fig. 1). Les parois des sacs sont composées de quatre assises, dont deux particulières: l'épiderme à cellules pauvres en protoplasma et un peu enflées, et l'assise nourricière à grandes cellules munies habituellement de deux noyaux rapprochés ou collés l'un à l'autre.

Lorsque les grains de pollen ont formé leurs membranes propres, minces et dépourvues de structure distincte, les membranes gélifiées des cellules mères se dissolvent, les cellules de l'assise nourricière se désorganisent, et celles de l'assise transitoire suivent leur exemple. Les sacs polliniques, enduits de débris coagulés de ces tissus, contiennent à cette époque des grains de pollen accolés les uns aux autres, formant une sorte de parenchyme très lâche (Fig. 2).

Les sacs ayant augmenté leur volume, le pollen y occupe relativement moins de place; ses grains, pauvres en protoplasma, avec une grande vacuole centrale, commencent à dégénérer, et leur contenu à se contracter et à coaguler.

Plus tard, le pollen de chaque sac se contracte en une mince languette composée de grains totalement comprimés et soudés en une masse compacte, les parois et les cloisons se dessèchent; l'anthère adulte, amaigrie (Fig. 3), contient quatre sacs irréguliers, enduits à l'intérieur de substance coagulée à laquelle sont accolées les languettes polliniques. Les parois sont alors composées de deux assises:

quantité de fruits avec de bonnes graines. Pollinisées par des espèces plus éloignées: *R. malvaceum*, *R. glutinosum*, *R. distans* etc., elles ne nouent pas du tout, excepté le *R. ussuriense* qui provoque la formation de quelques fruits; mais ceux-ci tombent avant d'avoir atteint la maturité complète et ne contiennent que des graines avortées.



l'épiderme et l'assise mécanique à membranes minces, dépourvues d'épaississements caractéristiques.

Les autres espèces du sous-genre *Parilla* dont nous avons examiné les anthères femelles sur le vivant, comme le *R. Gayanum*, ou sur des échantillons d'herbier, ne nous ont présenté aucune différence dans leur structure, sauf le *R. fasciculatum* dont le pollen, composé de grains collés les uns aux autres, ne subit pas de contraction en languette.

En somme, dans les fleurs femelles du sous-genre *Parilla* le développement du pollen est normal au début; à un certain moment, les jeunes grains, pauvres en protoplasma, s'accolent, meurent et se contractent généralement en minces languettes.

### *Ribes cereum*, Douglas.

Sur quatre formes de cette espèce que contient notre collection, deux se rattachent à la variété *α farinosum*<sup>1)</sup>, dont l'une, à fleurs lavées de lilas, à pollen parfait, provient du jardin botanique d'Edinbourg, et l'autre, à fleurs blanches, à pollen mixte, fut reçue des pépinières L. Späth. Les deux autres appartiennent à la var. *β viridescens*: l'une à fleurs blanches, à pollen mixte, mais bien meilleur (25% de grains stériles), est originaire du Colorado, l'autre, peu robuste, à fleurs lavées de lilas carné, à anthères maigres et vides, est un habitant des monts Sierra Nevada en Californie. Toutes les deux ont été élevées des graines par M. A. Purpus, inspecteur au jardin botanique de Darmstadt.

La plante du Sierra Nevada, étant pour ainsi dire femelle dans nos cultures<sup>2)</sup>, nous engagea à chercher à quoi tenait la stérilité absolue de ses anthères.

Au début du printemps, la structure des jeunes anthères est entièrement normale. Les parois des sacs sont composées de quatre assises, dont l'épiderme et l'assise nourricière complètement différenciées. Les cellules nourricières contiennent ordinairement deux noyaux plus ou moins rapprochés ou touchant l'un l'autre. Le tissu sporogène se compose de cellules mères définitives, à cloisons encore minces (Fig. 4).

<sup>1)</sup> Janczewski. Monographie des Groseilliers l. c. pag. 338.

<sup>2)</sup> Plantée à côté d'autres formes, elle produit de bons fruits. Sa floraison n'est jamais aussi abondante que dans les trois autres.

L'insuffisance des matériaux récoltés ne nous permet pas de suivre la formation des tétrades et des grains de pollen. Dans les anthères plus avancées, les sacs contenaient déjà des grains disséminés, à membrane mince, à contenu assez pauvre. Les cellules nourricières ont beaucoup augmenté de volume et gagné en transparence (Fig. 5).

Plus tard, l'assise nourricière, de plus en plus pauvre en protoplasma, et l'assise transitoire se désorganisent et forment, aux dépens des noyaux et des restes protoplasmiques, une substance brunâtre et réfringente qui enduit les parois des sacs contractés et sensiblement diminués. En attendant, les grains de pollen, devenus tout à fait transparents et plus ou moins contractés, se dissolvent l'un après l'autre et disparaissent complètement (Fig. 6).

Enfin, les cloisons entre les sacs se désorganisent à leur tour, et l'anthère adulte contient deux loges dont les parois sont formées par l'épiderme et l'assise mécanique (Fig. 7). Les membranes de cette assise sont dépourvues d'épaississements réticulés, excepté sur les deux bandes dorsales, voisines du connectif.

Ainsi, le *R. cereum* du Sierra Nevada, cultivé à Cracovie, produit, comme le *R. integrifolium* ♀, des grains de pollen dans ses anthères, mais ces grains sont assez vite résorbés, peu après la dissolution de l'assise nourricière, et laissent les loges entièrement vides.

### *Ribes Bethmontii*, Janczewski.

(*malvaceum* × *sanguineum*).

Nous connaissons deux formes de cet hybride: l'une, reçue de M. D. Bethmont, à fleurs carminées, à réceptacle urcéolé, pubescent à l'intérieur, à style également pubescent; l'autre, venant des pépinières L. Späth, à fleurs rosées à l'extérieur, blanchâtres à l'intérieur, à réceptacle très peu bombé à la base, glabre à l'intérieur, à style semé de poils peu nombreux. Sous tout autre rapport, les deux formes se ressemblent complètement<sup>1)</sup>.

Les plus jeunes des anthères examinées manifestaient déjà une structure différente de la normale. Les parois des sacs se compo-

<sup>1)</sup> Fécondé par le *R. glutinosum*, cet hybride nous a donné quelques bons fruits; par le *R. malvaceum*, il en a donné d'assez nombreux, avec de bonnes graines.

saient d'assises plus nombreuses que de coutume, peu régulières, l'épiderme seul excepté. Il n'y avait pas d'assise nourricière différenciée, ni de limite du tissu sporogène assez accentuée. Dans les cellules mères, la membrane était partiellement gélifiée, le contenu divisé en tétrades, cependant il n'y avait pas de cloisons fixes entre les cellules filles (Fig. 8). La dégénération du tissu sporogène suit de près cette division; les membranes gélifiées se gonflent et compriment le contenu qui se coagule en masses informes réfringentes et ne permettant plus de reconnaître leur origine (Fig. 8).

Ensuite, tout le tissu sporogène se dissout, et les tissus des parois suivent cet exemple, l'épiderme et l'assise sous-jacente exceptés; comme résidu de ces tissus, il ne reste qu'une substance jaunâtre et réfringente qui enduit l'intérieur des sacs bien petits et vides.

Dans une fleur épanouie, l'anthère est composée d'un connectif presque normal et de quatre petits sacs séparés par des cloisons non résorbées (Fig. 9). Les parois des sacs sont assez minces, parce que l'assise mécanique, à membranes minces, sans épaisissements, dépasse à peine l'épaisseur de l'épiderme.

#### *Ribes sanguineum*, Pursh.

Nous avons eu quatre pieds, à fleurs simples, de cette espèce. L'un nous fut envoyé de l'état de Washington, comme plante spontanée; son pollen était parfait. L'autre était cultivé depuis des années au jardin botanique; pollen avec 10—15% de grains stériles. Le troisième, des pépinières Simon-Louis, contenait 25—50% de grains stériles. Enfin, le quatrième, verant de la même source, avec le nom de *R. s. atosanguineum floribundum*, portait des anthères maigrées et entièrement vides; ses fleurs étaient donc femelles<sup>1)</sup>.

L'examen des jeunes anthères de ce *R. atosanguineum floribundum* nous a appris que tout se passe ici exactement comme dans le *R. Bethmontii*. Parois des sacs composées d'assises assez irrégulières et plus nombreuses que d'ordinaire, sans assise nourricière différenciée; limites du tissu sporogène peu nettes; division des cellules mères en tétrades sans cloisons fixes; gélification immédiate des membranes des cellules mères et coagulation de leur contenu;

<sup>1)</sup> Il produisait des fruits abondants, à cause des autres pieds de la même espèce ou du *R. glutinosum*, plantés dans son voisinage.



dissolution entière des tétrades; structure des parois identique, forme et dimensions de l'anthere très semblables.

Le *R. Bethmontii* et *R. sanguineum floribundum* nous apprennent que la dégradation des anthères peut être plus profonde que dans les *Parilla* et le *R. cereum*, car les grains de pollen ne se forment plus, bien que les cellules mères se divisent encore en tétrades. Il est certainement juste d'attribuer la désorganisation si précoce du tissu sporogène à l'absence d'une assise nourricière différenciée, absence due au développement assez monstrueux des parois entourant le tissu sporogène.

### *Ribes glaciale*, Wallich, ♀

Cette espèce est représentée dans nos cultures par trois formes. L'une, à feuilles petites, à fleurs pourpres, nombreuses dans les grappes des pieds mâles, très clairsemées dans les femelles, fut élevée des graines récoltées au Thibet oriental par le R. P. Soulié et communiquées par M. Maurice de Vilmorin. L'autre, à feuilles beaucoup plus grandes, à grappes femelles assez riches, à fleurs pourpres, provient des pépinières L. Späth. Enfin la troisième, la plus vigoureuse, à grappes femelles assez riches, à fleurs brunâtres, nous fut donnée par M. M. de Vilmorin. Elle est d'origine népalienne et fut l'objet de notre étude<sup>1)</sup>.

Au premier printemps, la structure de la jeune anthère est complètement normale. Le tissu sporogène est composé de cellules mères définitives, les parois des sacs contiennent quatre assises, y compris l'épiderme et l'assise nourricière différenciés (comparez fig. 10). Un peu plus tard, l'assise nourricière commence à dégénérer. D'abord, le contenu de ses cellules devient très réfringent et ne permet plus de reconnaître les noyaux; ensuite, les membranes se dissolvant, le contenu de toute l'assise forme une couche plus mince de substance coagulée et très réfringente, séparant le tissu sporogène de la paroi avec beaucoup de netteté (Fig. 11).

Cependant, le tissu sporogène ne tarde pas à se ressentir de la destruction de l'assise nourricière; ses membranes commencent à se gélifier et à gonfler, le protoplasma à se contracter, et bientôt après,

<sup>1)</sup> Sa fécondation par le *R. luridum* donne des résultats parfaits; les jeunes hybrides sont assez vigoureux. Il paraît que le *R. alpinum* est également propre à féconder le *R. glaciale*.

le sac se trouve rempli de gelée presque homogène, semée de débris coagulés du protoplasma des cellules mères (Fig. 12). En attendant, les parois ont augmenté de volume, et maintes cellules, transitoires ou mécaniques, se sont divisées en sens tangentiel.

La résorption de cette gelée ne se laisse pas attendre; les sacs se vident et ne conservent à l'intérieur que des débris des tissus désorganisés, formant un enduit coagulé et réfringent (fig. 12).

Enfin, lorsque la destruction de l'assise transitoire et des cloisons aura été achevée, l'anthère gagnera sa structure définitive, et ne contiendra que deux loges vides dont les parois seront constituées de deux assises: l'épiderme et l'assise mécanique, dépourvue d'épaississements réticulés (fig. 13).

#### Ribes orientale, Desfontaines, ♀

Des trois variétés de cette espèce<sup>1)</sup>, nous avons pu étudier les anthères femelles du *R. o. α genuinum* et du *R. o. β resinolum* dont les fleurs se ressemblent beaucoup et se distinguent seulement par les pétales, plus grands et d'un jaune bien plus intense dans la deuxième que dans la première de ces plantes.

Au premier printemps, la jeune anthère ressemble par sa structure à celle du *R. glaciale*; il nous a cependant paru que le tissu sporogène est divisé en cellules mères plus nombreuses (Fig. 10).

Le sort de tous les tissus est absolument le même: décomposition très précoce de l'assise nourricière et formation, à sa place, d'une couche de substance coagulée et très réfringente, gélification consécutive du tissu sporogène sans division en tétrades des cellules mères, destruction finale de l'assise transitoire et des cloisons séparant les sacs, structure définitive de l'anthère et de ses parois.

Le développement des anthères du *R. distans* ♀ serait en tout point semblable à celui des deux espèces précédentes, si la désorganisation des tissus n'était pas poussée encore plus loin. Ici, comme dans le *R. alpinum*<sup>2)</sup> et *R. Vilmorini*, l'assise mécanique se dissout entièrement, et, dans une anthère adulte, les parois des loges sont réduites à l'épiderme seul.

En somme, dans le sous-genre *Berisia*, les anthères des fleurs

<sup>1)</sup> Janczewski. Monographie. l. c. pag. 458.

<sup>2)</sup> Janczewski. Sexualité de Ribes, l. c. pag. 788 fig. 1.

femelles sont dépourvues de pollen, parce que le signal de désorganisation du tissu sporogène est donné par la destruction si précoce de l'assise nourricière, que les cellules mères du pollen se gé-lifient et meurent avant de commencer leur division en tétrades.

### Conclusions.

Dans le genre *Ribes*, nous trouvons tous les passages entre les anthères fertiles, contenant un pollen parfait et les stériles, ne contenant aucun pollen.

1) Un pollen parfait ou presque parfait remplit les deux loges des anthères dans les espèces à fleurs bisexuées, appartenant aux sous-genres: *Ribesia*, *Coreosma*, *Grossularioides* et *Grossularia*, quelquefois aussi dans leurs hybrides: *R. futurum*, *R. robustum*. Il est tout aussi excellent dans les fleurs mâles des sous-genres: *Parilla* et *Berisia*.

2) Un pollen mixte, composé de grains stériles et fertiles en différentes proportions, est très commun dans les hybrides, plus rare dans les espèces de pure race transportées dans nos jardins et y manifestant souvent une tendance à la duplication ou à une autre mutation.

3) Un pollen composé de grains tous stériles fut observé dans quelques hybrides: *R. Gordonianum*, *R. Culverwellii*, plus rarement dans les plantes de pure race cultivées: *R. inebrians a maius* (du Uncompahgre Range, au Colorado).

4) Le pollen est nul, mais dans chacun des quatre sacs il y a une languette mince, composée de grains inertes, intimement soudés et entièrement comprimés. C'est le cas des fleurs femelles dans presque tout le sous-genre *Parilla*.

5) Le pollen est nul lorsque les grains de pollen dégénèrent et se dissolvent de bien bonne heure sans laisser trace. Exemple: *R. cereum* du Sierra Nevada, cultivé au jardin.

6) Le pollen est nul, parce que les parois des sacs ne contiennent pas d'assise nourricière différenciée, et les cellules mères se dissolvent immédiatement après leur division en tétrades, avant que les cellules filles se soient séparées par de cloisons fixes. Exemples: *R. Bethmontii*, plante hybride, et *R. sanguineum floribundum*, plante de pure race.

7) Le pollen est nul, parce que l'assise nourricière différenciée



dégénère de si bonne heure que pour cette raison les cellules mères se gélifient et sont résorbées encore avant leur division en tétrades. C'est le cas des fleurs femelles de tout le sous-genre *Berisia*.

Cracovie, le 10 juin 1908.

### Explication de la planche.

Fig. 1—3. *Ribes integrifolium* ♀.

1. Moitié gauche de l'anthère. Dans le sac intérieur, les cellules mères avec noyaux en mitose; dans l'extérieur, elles sont déjà divisées en tétrades. Gross. 150 diam.

2. Moitié gauche de l'anthère. Les grains de pollen se sont accolés les uns aux autres; l'assise nourricière déjà désorganisée. Gross. 150 diam.

3. Anthère entièrement développée. Dans chaque sac une languette composée de grains totalement comprimés. Gross. 35 diam.

Fig. 4—7. *Ribes cereum*, du Sierra Nevada.

4. Moitié gauche de l'anthère. Dans les sacs, les cellules mères avec noyaux à l'état de synapsis. Gross. 150 diam.

5. Moitié gauche de l'anthère. Grains de pollen encore frais; assise nourricière plus épaisse et plus transparente. Gross. 150 diam.

6. Anthère plus avancée. Dans l'un des sacs à droite, la désorganisation de l'assise nourricière et des grains vient de commencer, elle est achevée dans l'autre. Dans ceux de la gauche, il y a encore quelques grains vides et plus ou moins contractés. Gross. 35 diam.

7. Anthère entièrement développée, avec cloisons désorganisées. Gross. 35 d.

Fig. 8—9. *Ribes Bethmontii*, flore albedo.

8. Moitié gauche de l'anthère. Parois des sacs plus épaisses, sans assise nourricière différenciée. Dans le sac extérieur, les cellules mères viennent de se diviser en tétrades; dans l'intérieur, elles sont entièrement gélifiées et le contenu coagulé. Gross. 150 diam.

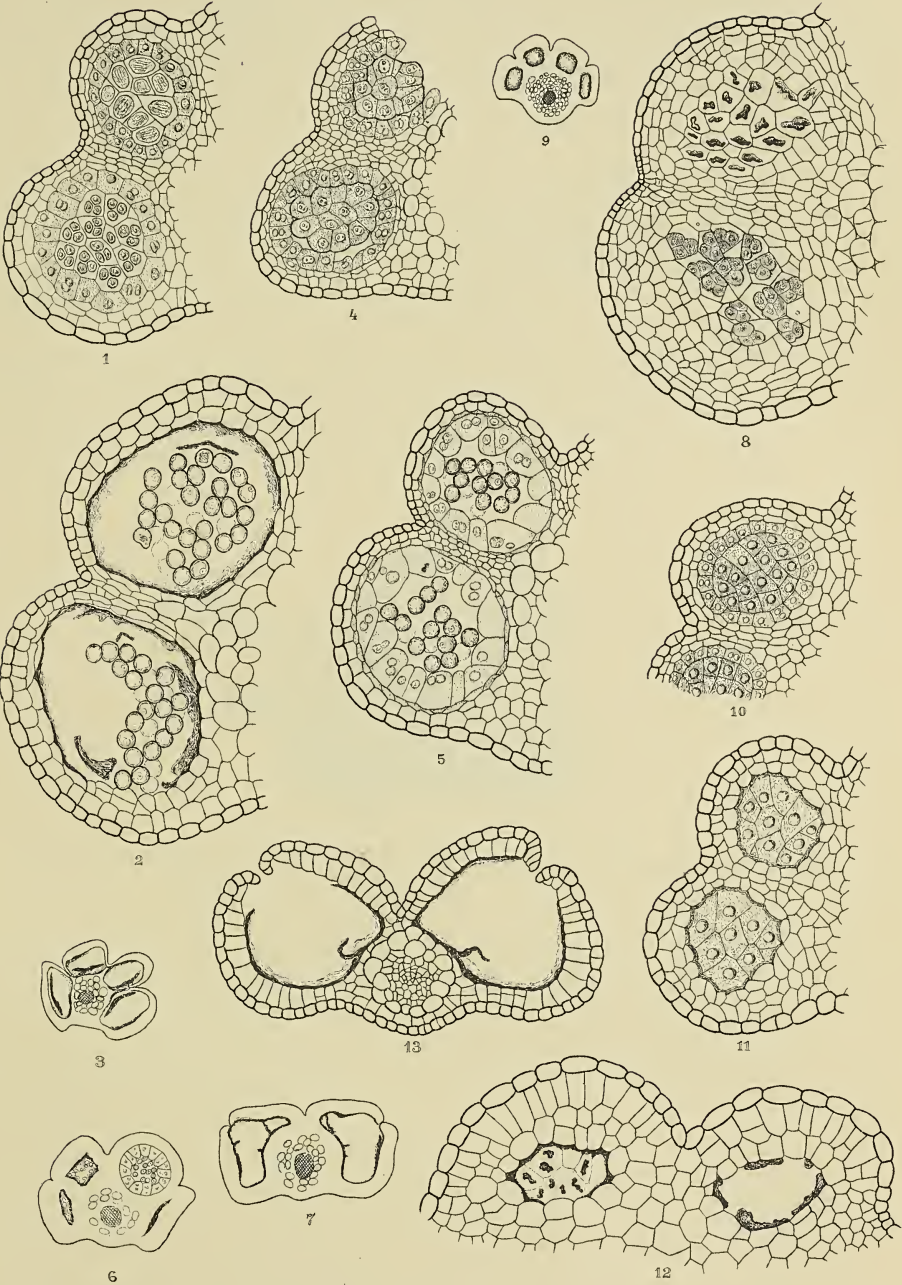
9. Anthère complètement développée, avec quatre sacs sans pollen. Gross. 35 d.

Fig. 10. *Ribes orientale* ♀.

10. Partie gauche de l'anthère très jeune. Assise nourricière normale. Gross. 215 diam.

Fig. 11—13. *Ribes glaciale* ♀.

11. Partie gauche de l'anthère jeune. Assise nourricière désorganisée et remplacée par une couche de substance coagulée. Cellules mères encore normales. Gross. 215 diam.







12. Partie intérieure de l'anthere. Dans l'un des sacs, les cellules mères entièrement gélifiées et le contenu coagulé; dans l'autre, la dissolution du tissu sporogène achevée. Gross. 215 diam.

13. Anthère complètement développée, avec cloisons désorganisées. Gross. 125 d.

45. *Wawelia regia*, nov. subfam. gen. sp.; jej budowa i rozwój. — Sur la structure et le développement de *Wawelia regia* nov. subfam. gen. sp. Note de M. **BOLESŁAS NAMYSŁOWSKI** présentée par M. E. Janczewski m. t.

En examinant les cultures qui avaient poussé sur les excréments de lapin, j'ai trouvé, outre les divers champignons connus, des stromas cylindro-coniques qui étaient couverts de nombreux périthèces situés à leur surface et pourvus d'asques à quatre spores. Après



Fig. 1. Echantillons de *Wawelia* sur crottin de lapin, d'après une photographie. Grossissement 4 diam.

avoir étudié de plus près ce champignon et parcouru la bibliographie correspondante, je suis arrivé à la conclusion que ce champignon, très caractéristique au point de vue de sa morphologie interne et externe, est un représentant d'une nouvelle sous-famille dans la famille des Hypocréales. Je lui ai donné le nom de *Wawelia regia*.

Lorsque les ascospores des premiers exemplaires trouvés étaient arrivées à maturité, j'ai tâché d'en obtenir des cultures. A cette fin, les unes ont étéensemencées sur les excréments de lapin et les autres ont été données à manger à un lapin dont les excréments rendus après l'absorption de ces ascospores ont servi

pour faire des cultures. Dans les deux cas, le résultat a été positif, car nous avons obtenu des cultures abondantes et riches. Comme les cultures sur les excréments de lapin laissaient beaucoup à désirer au point de vue de leur pureté et comme il n'était pas aisé de les examiner, nous avons ensemencé notre *Wavelia* sur le pain imprégné d'une décoction d'excréments de lapin et sur la gélose. La transparence de la gélose nous a beaucoup facilité l'étude des rudiments du stroma en formation. Pourtant le développement de notre champignon s'arrêtait assez tôt sur ce milieu de culture; il se terminait notamment par la formation d'un stroma nain, dépourvu toujours de périthèces. Donc, les observations principales ont été faites sur les cultures qui poussaient sur le pain et les excréments.

Je n'ai pas vu la germination des ascospores de *Wavelia* ensemencées dans une goutte suspendue (décoction d'excréments de lapin; gélose avec cette décoction; solution de sucre de raisin); probablement elle est conditionnée, comme chez quelques autres champignons, par le passage à travers les voies digestives du lapin. Mes cultures provenaient certainement des débris de mycélium qui avaient été ensemencés en même temps que les ascospores, ce qui d'ailleurs était très facile à voir dans les cultures annulaires à goutte suspendue. Bien que mes cultures provinssent ainsi des débris de mycélium, elles étaient cependant tout à fait pures. Quant à la durée de leur développement, j'ai remarqué qu'une semaine ou deux après l'ensemencement apparaissaient les premiers stromas qui dans le courant du troisième septénaire (à partir du moment de l'ensemencement) commençaient à former des périthèces; dans le courant de la sixième ou de la septième semaine, les asques renfermaient déjà des spores tout à fait mûres.

Sur le pain imprégné de la décoction d'excréments de lapin se développe un mycélium pluricellulaire abondant, incolore, avec des nombreuses vacuoles dans le protoplasma des cellules; ce mycélium forme à la surface du milieu de culture un disque blanc, composé de filaments étroitement feutrés et qui grandit par des zones concentriques régulières du mycélium.

Après avoir atteint un certain degré de développement, surtout sur la gélose, quelques filaments mycéliens qui ne diffèrent en rien des autres présentent le phénomène suivant: à leur extrémité commencent à se séparer des conidies unicellulaires, incolores, de forme

ovoïde, larges de  $2\ \mu$  et longues de 4 à  $6\ \mu$ . Leur nombre est variable: une seule ou plusieurs; les plus anciennes sont écartées de côté par l'accroissement du filament lui-même et par la formation des conidies nouvelles. Cette formation des conidies apparaît surtout sur la gélose et elle y est beaucoup plus prononcée que sur les excréments de lapin ou sur le pain où il y a relativement très peu de conidies.

Dans le mycélium qui couvre la surface du milieu nutritif apparaissent les premiers rudiments des stromas. De distance en distance, les filaments mycéliens s'enchevêtrent étroitement en formant

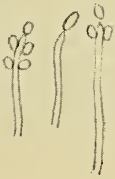


Fig. 2. Morceaux de mycélium conidiogène. Gross. de 500 diam.



Fig. 3 *a* jeunes stromas, grossis 2 fois environ. *b* — stroma avec périthèces développées; grossi 4 fois environ.

de la sorte un peloton compact, plus ou moins arrrondi, qui au fur et à mesure de la croissance s'allonge de plus en plus et forme à la fin une verrue visible à l'oeil nu. C'est le stroma jeune qui ne s'enfonce jamais à l'intérieur du milieu nutritif, mais qui se dresse librement à la surface, car il naît du mycélium qui couvre le substratum. Au début, il a une structure filamenteuse tout à fait homogène et se compose de nombreux filaments; mais, plus âgé, il présente une différenciation de la mince couche corticale (qui devient plus sombre à partir du bas du stroma) et un épaissement de la membrane des filaments si fort, que le diamètre de leur intérieur devient extrêmement petit.

Les stromas bien développés ont une forme cylindro-conique et une couleur blanche; ils sont légèrement effilés à leur extrémité supérieure et amincis à l'extrémité inférieure, lisses, souvent fortement aplatis, ou même bifurqués. Leurs dimensions dépendent, jusqu'à un certain degré, des conditions extérieures. Dans les cultures sur les excréments de lapin dans des petits vases, ils atteignent la hauteur de 3 à 5 mm.; sur le pain avec la décoction d'excréments de lapin et sur les excréments recouverts d'une grande



cloche, leur hauteur était de 10 à 12 mm., leur largeur de 1 à 2 mm. Les stromas plus âgés changent leur couleur blanche en gris olive avec une nuance légèrement jaunâtre provenant des filaments conidiens qui s'étalent à leur surface.

Le développement des périthèces va de pair avec le changement de la couleur et l'apparition des conidies. Les périthèces occupent surtout la partie centrale du stroma, ils sont serrés, près l'un de l'autre; parfois cependant ils sont clairsemés; quelquefois ils recouvrent aussi le sommet même du stroma, cependant ce cas est assez rare. Alors les stromas ont la forme ovale, leur bout n'est plus effilé, et il sont beaucoup moins hauts que les exemplaires à extrémité supérieure stérile.

Les périthèces jeunes étudiés sur des coupes transversales (fixation à l'acide picrique formolé; coloration à l'hématoxyline de Heidenhain et d'Ehrlich, à l'éosine et au vert d'iode) apparaissent sous



Fig. 4. Périthèces en maturation recouvertes de mycélium à la surface du stroma, ainsi que les jeunes en formation (*a, b*). Gross. de 55 diam.

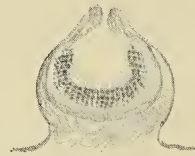


Fig. 5. Coupe d'un périthèce (le mycélium qui recouvre le périthèce n'est pas représenté sur le dessin). Gross. de 55 diam.

la couche corticale en forme de sphères, composées de filaments délicats, fins et étroitement enchevêtrés qui se distinguent nettement, par leur aspect et leur structure, du tissu du stroma composé de filaments à parois épaisses. Ces périthèces grandissent au fur et à mesure de leur développement et font saillie à l'extérieur, en formant des verrues qui, après avoir grandi, se couvrent de filaments conidiogènes.

Simultanément avec la croissance des périthèces, leur structure intime se différencie. Leurs parois sont formées de plusieurs couches de filaments étroitement enchevêtrés et interrompues au sommet du périthèce par l'ostiole légèrement étiré et tapissé de périphyses.

L'intérieur du périthèce est rempli par un tissu lâche, pseudoparenchymateux, composé de gros éléments, d'où naissent les nombreux asques de forme cylindrique, très étroits en bas, longs de 60 à 80  $\mu$  et larges de 8  $\mu$ , ainsi que les paraphyses pluricellulaires qui font saillie au-dessus de l'hyménium. La longueur des paraphyses est de 120  $\mu$ , leur largeur de 6  $\mu$ . La répartition des asques dans le périthèce ne diffère en rien de celle qui se rencontre dans les Pyrénomycètes en général. Dans la partie supérieure de chaque asque se trouvent quatre spores qui sont, en moyenne, larges de 6  $\mu$  et longues de 8  $\mu$ . brun noirâtre, lisses, ellipsoïdes, ovoïdes, souvent inéquilatérales. Pendant la formation et la maturation des ascospores, la surface du périthèce se couvre d'une végétation luxuriante

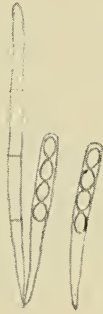


Fig. 6. Asques et paraphyse. Gross. de 350 diam.

de filaments, en partie conidiophores, ce qui donne aux périthèces ainsi qu'à tout le champignon un aspect velouté, une couleur jaune verdâtre et une augmentation apparente de ses dimensions.

Le *Wavelia regia* qui à cause de ses caractères peut être considéré avec raison comme le représentant d'une sous-famille nouvelle, d'un genre nouveau et d'une espèce nouvelle, doit être rangé, comme je l'ai déjà dit, dans la famille des Hypocréales. Nous ne pouvons le classer parmi les Dothidéales, car cette famille comprend des espèces dont les périthèces sont toujours enfoncés dans le stroma (à l'exception des espèces *Rosenscheldia* et *Schweinitziella*) et n'ont pas de parois propres différenciées de la substance du stroma. Sa place n'est pas non plus parmi les Sphériales, car les familles des Valsacées, des Mélanconidées, des Diatrypacées, des Mélogrammatacées et des Xylariacées ont leurs périthèces enfoncés dans le stroma. Quant aux Corynéliacées et les Cucurbita-

riacées, dont, en apparence, le *Wawelia* se rapproche beaucoup, les choses se passent ainsi: les Corynéliacées sont des parasites à stroma rond ou allongé qui se forme sous la cuticule de l'hôte, à périthèces allongés en col qui s'élargit ensuite en entonnoir; les Cucurbitariacées ont un stroma „filzig, krustig oder polsterförmig“<sup>1)</sup> qui se forme au-dessous de la surface du milieu nutritif. Cette courte discussion est pleinement suffisante pour constater que notre champignon n'appartient à aucune de ces deux familles.

La place du *Wawelia regia* est donc parmi les Hypocréales où il présente un haut degré de développement morphologique. La position de la sous-famille des Waweliacées se trouve entre les Mélanosporées et les Nectriées, d'après la division de Lindau de la famille des Hypocréales<sup>1)</sup>.

**Diagnose.** Cauliculi stromatici cylindraceo conici, interdum ex utraque parte minus vel plus valide appplanati, nonnumquam furcati, albi, lubrici, ab inferiore parte angustiori, altitudine 5—12 mm., latitudine 1—2 mm., carnosì, semper mycelio albo in superfìciei matricis oriuntur, leviter matrici affixi. Maturescentes indunt ab infra incipiendo oleaginum ravum colorem cum flavescente umbracula et fiunt numerosis peritheciis verrucosa, exceptio consuete extremis, quae permanent leves, quamquam etiam in ipsis exsurgunt quandoque perithecia. Perithecia non sunt infixa in stromate, sed semper superfìciei supersedent, fere sphaerales, conice extensae ad ostiolum, in genere quod occupat per medium 240  $\mu$ , assequuntur 300  $\mu$ , tectae solide luxurioso mycelio conidia formante. Intra perithecia multae cylindraceae in inferiore parte valde attenuatae thecae 60—80  $\mu$  longitudine, sporae quattuor 6—8  $\mu$  longae, 4—6  $\mu$  latae, leves, coloris livido nigri, ovatae, plus minus inaequilaterales, monosticho ordine in thecis. Paraphyses filiformes, multicellulares, thecis longiores, 120  $\mu$  longit. Conidia achroa, unicellulares, ovoidea 2  $\mu$  lat., 4—6  $\mu$  long., oriuntur in extremis hypharum conidiophorum, singula vel in plures agglomerata, quod ita fit ut vetustiora removentur a recentibus; apparent in superfìciei stromae, paulo ante originem perithecorum, efficientes mutationem coloris in similitudinem flavi. Perithecia autem copiose crescunt luxurioso mycelio

<sup>1)</sup> Engler und Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien, T. I, Ab. 1. Leipzig, 1897.



conidia formante, tempore quo maturescunt. Inventum Cracoviae (Polonia) in fimo cuniculorum.

Travail du Laboratoire de Botanique de l'Université Jagellonne  
sous la direction de M. le prof. E. Janczewski.

---

46. *Krytyczny przegląd roślinności Galicyi. Część XIV. — Revue critique de la flore de la Galicie. XIV partie.*  
Mémoire de M. **HUGO ZAPŁOWICZ** m. c.

A la suite de son travail, l'auteur communique la description des espèces: Nymphaeaceae, Ceratophyllaceae, Portulacaceae et Elatinaceae.

---

47. *Kinetyka reakcyj następnych; redukcya kwasu chromowego przez kwas szczawiowy. — Kinetik der Folgereaktionen; Reduktion der Chromsäure durch Oxalsäure.* Mémoire de M. **K. JABŁCZYŃSKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Dieses Thema ist schon von vielen Forschern in Angriff genommen worden, jedoch meistens ohne Erfolg, da die Chromsäure bekanntlich zu den wenigen Körpern gehört, deren Reaktionen mit anderen Körpern sich nicht durch einfache kinetische Gleichungen darstellen lassen. M. Prudhomme <sup>1)</sup> setzt die Reduktionsgeschwindigkeit der Chromsäure als einfach proportional der Anzahl von  $\text{CrO}_3$ -Molen, sowie der Anzahl von Oxalsäure-Molen (jedoch mit Ausnahme der drei ersten) und als umgekehrt proportional der Verdünnung. Dabei gibt er aber zu, daß die so berechnete Konstante gar keine Konstanz aufweist. W. Jorison und L. Reicher <sup>2)</sup> haben gefunden, daß obgleich in Gegenwart von großem Überschuß von Oxalsäure die Reaktion monomolekular ist, ihr Verlauf dennoch der Gleichung erster Ordnung nicht entspricht. Dasselbe wurde beobachtet, wenn man statt Oxalsäure Jodwasserstoffsäure zur Reduk-

<sup>1)</sup> Bull. Soc. Ch. [3] 29, 306.

<sup>2)</sup> Zeit. f. Färb. u. Text. Ch. 2, 431. C. Bl. 1904 I, 81.

tion verwendete. Nach A. Schükarew<sup>1)</sup> beteiligt sich an der Reaktion immer nur ein Molekül von  $\text{CrO}_3$ . K. Seubert und J. Carstens<sup>2)</sup> bestätigen dies mit der Bemerkung, daß obwohl  $\text{CrO}_3$  und HJ monomolekular miteinander reagieren, es dennoch unmöglich ist, die Kinetik der Reaktion in eine Gleichung der ersten, der zweiten oder höheren Ordnung zu fassen.

Diese Reaktion gewinnt noch dadurch an Interesse, daß die Oxalsäure aktivierend wirkt; es ist in der Technik (speziell in der Druckerei von Geweben) schon längst bekannt, daß Chromsäure Indigo nur langsam ätzt, daß sie dagegen bei Gegenwart von Oxalsäure schnell wirkt. Es ist seitens der Techniker viel Mühe darauf verwendet worden, diese Wirkung der Oxalsäure zu erklären; meistens waren die Erklärungen ganz willkürlich. G. Georgievics<sup>3)</sup> schreibt z. B. der Oxalsäure die Rolle eines Katalysators zu, indem diese Säure nicht oder höchstens in sehr geringem Grade an der Reaktion teilnehmen soll. Schaposchnikoff und Mischireff<sup>4)</sup> vermuten, daß bei der Oxydation der Oxalsäure durch Chromsäure sich freier Sauerstoff entwickelt.

Daher ist die weitere Erforschung dieser Reaktion von physikalisch-chemischem Standpunkte aus als eine sehr verlockende Aufgabe zu betrachten. Im folgenden habe ich sie zu lösen versucht.

**Versuchsanstellung.** Genau abgemessene Volumina der Chromsäure- und Oxalsäure-Lösungen befanden sich in zwei Bechergläsern, von denen eines inwendig mit Paraffin überzogen war, damit kein Tropfen Flüssigkeit verloren gehe. Beide Bechergläser wurden in einem Thermostaten von  $15^\circ \text{C}$  behufs Ausgleicheung der Temperatur auf einige Zeit sich selbst überlassen. In einem gewissen Momente, der als Anfangszeit galt, wurde der Inhalt des zweiten Becherglases schnell in das erste gegossen, dann wurden von Zeit zu Zeit bestimmte Volumina abpipetiert und deren Gehalt an  $\text{CrO}_3$  jodometrisch bestimmt, wozu ungefähr  $\frac{1}{40}$  n  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  verwendet wurde. Das eben geschilderte Verfahren erwies sich als notwendig, weil man den Anfangspunkt der Reaktion zur Berechnung der Resultate kennen mußte. Die  $\text{CrO}_3$ -Konzentration in diesem Anfangs-

<sup>1)</sup> Zeit. f. phys. Ch. 38, 353 (1901).

<sup>2)</sup> Zeit. f. anorg. Ch. 50, 53 (1906) und 56, 357 (1908).

<sup>3)</sup> Zeit. f. Färb. u. Text. Ch., 2, 199. C. Bl. 1903, II, 74.

<sup>4)</sup> Zeit. f. Färb. u. Text. Ch. 1, 459. C. Bl. 1902, II, 1281.

punkte bestimmte man einfach aus der Anzahl der zur Reaktion genommenen Kubikzentimeter der Chromsäurelösung.

**Einfluß der Reaktionsprodukte.** Um mich zu überzeugen, ob das Reaktionsprodukt, d. h. ob das gebildete Chromisalz einen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Vorganges ausübt, habe ich eine gewisse Menge der  $\text{CrO}_3$ -Lösung mit Alkohol reduziert, auf dem Wasserbade abgedampft und den Rückstand in möglichst wenig Schwefelsäure aufgelöst; die Lösung wurde dann der  $\text{CrO}_3$ -Lösung zugesetzt. Wie der folgende Versuch (Tabelle I) zeigt, beeinträchtigt der Zusatz von Chromisalz nicht im geringsten den Verlauf des Prozesses.

Tabelle I.

Im Liter	Je	Nach 0	15	80	120 Min.
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 150 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm <sup>3</sup>	19·52	17·40	9·03	6·11
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 150 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ aus } 20 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3}$	50 cm <sup>3</sup>	19·52	17·48	9·01	6·15

Titer der Thiosulfatlösung:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} = 19·52 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\text{Das Verhältnis von } \frac{\text{CrO}_3}{3} : \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2} = 1 : 15$$

Die Zahlen der zweiten Reihe bezeichnen die abpipetierten Volumina; in den folgenden stehen unter den Zeiten die verbrauchten Kubikzentimeter der  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung.

Die anderen Versuche ergaben ganz dieselben Resultate.

**Die Ordnung der Reaktion in bezug auf  $\text{CrO}_3$ .** Nach den oben genannten Autoren ist die Reaktion monomolekular. Wäre sie es wirklich, so sollte die Reaktionsgeschwindigkeit von der anfänglichen  $\text{CrO}_3$ -Konzentration unabhängig bleiben, insofern die Oxalsäuremenge immer sehr hoch, fast unveränderlich gehalten wird, was durch einen beträchtlichen Überschuß zu erreichen ist. In den



folgenden Versuchen (Tabelle II) übersteigt die Konzentration der Oxalsäure 200-, 30- und 20-fach diejenige der Chromsäure.

Tabelle II.

Im Liter	Je	Nach 0	25 Min.
$10 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	500 cm <sup>3</sup>	19·14	11·00
$66\cdot6 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	75 cm <sup>3</sup>	19·14	11·15
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm <sup>3</sup>	19·14	11·77

Titer der Thiosulfatlösung:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} = 19\cdot14 \text{ cm}^3 \text{ zirka } \frac{1}{40} n \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3.$$

Die fast gleichen Zahlen des verbrauchten Thiosulfats nach 25 Minuten bestätigen die Vermutung, daß die Reaktion monomolekular ist; das kleine Steigen dieser Zahlen kann höchstens nur beweisen, daß die geringe Veränderung der Oxalsäuremenge (wegen der Reaktion mit  $\text{CrO}_3$ ) trotz ihrer Geringfügigkeit doch die Geschwindigkeit nur um ein wenig, also kaum wahrnehmbar, beeinträchtigt.

Es gibt noch eine andere Methode zur Bestimmung der Ordnung der Reaktion, und zwar die von van't Hoff, welche auf der Geschwindigkeitsmessung in den ersten Momenten nach dem Zuzugießen der Lösungen beruht. Die Ordnungszahl  $n$  berechnet man nach der Gleichung:

$$n = \frac{\log \frac{\Delta C_0'}{\Delta t} - \log \frac{\Delta C_0''}{\Delta t}}{\log C_0' - \log C_0''}$$

wo  $C_0'$ , bzw.  $C_0''$  die Anfangskonzentrationen der Chromsäure und  $\frac{\Delta C_0'}{\Delta t}$ , bzw.  $\frac{\Delta C_0''}{\Delta t}$  die Erniedrigungen dieser Konzentrationen in der Zeiteinheit bedeuten. In der folgenden Tabelle III finden wir einen von den fünf ausgeführten Versuchen.

Tabelle III.

Im Liter	Je	Nach 0	3 Min.
$66.6 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	75 cm <sup>3</sup>	19.14	18.18
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm <sup>3</sup>	19.14	18.22

Es folgt daraus:  $n = 0.90$ . Aus den übrigen 4 Versuchen erhielt ich  $n = 0.87, 1.03, 0.90$  und  $1.18$ , im Mittel  $n = 0.98$ . Dieser Befund bestätigt das vorige Ergebnis, nämlich daß die Reaktion in bezug auf  $\text{CrO}_3$  monomolekular verläuft.

**Einfluß der Oxalsäure.** Die oben erwähnte Meinung, daß die Oxalsäure einen erheblichen Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit ausübt, findet Bestätigung in den folgenden Versuchen (Tabelle IV). Es beteiligt sich also an der Reaktion mehr als ein Molekül Oxalsäure; die nähere Bestimmung der Ordnungszahl für diese Säure war für mich ohne Belang.

Tabelle IV.

Im Liter	Je	Nach 0	25	40 Min.
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 100 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm <sup>3</sup>	19.14	17.60	16.55
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm <sup>3</sup>	19.14	11.77	8.37
$100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} n \frac{\text{CrO}_3}{3} + 300 \text{ cm}^3 1 n \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$	50 cm <sup>3</sup>	19.14	5.16	2.16

Beschleunigend wirkt auch der Zusatz von Schwefelsäure, doch nur in sehr geringem Grade. Um nicht einen neuen Faktor einzuführen, habe ich überhaupt die Versuche mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Zusatz nicht näher verfolgt.

**Der vollständige Verlauf der Reaktion.** Aus den oben erörterten Gründen wollte ich nun versuchen, die Zahlen jedes einzelnen Ver-

suches in die Gleichung erster Ordnung:  $0.4343 \ k = \frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{w_1}{w_2}$  einzusetzen und die Konstante  $k$  zu berechnen. Das Ergebnis ist aus der folgenden Tabelle V ersichtlich.

Tabelle V.

Im Liter:  $100 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} + 200 \text{ cm}^3 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}$ .

Man pipetierte je  $50 \text{ cm}^3$ .

$t$	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$0.4343 \ k$
0	20.21	
5	18.92	0.00572
10	17.26	0.00800
15	15.70	0.00822
20	14.12	0.00922
25	12.63	0.00968
30	11.20	0.01044
40	9.11	0.00897

Die „Konstante“  $0.4343 \ k$  zeigt einen so ausgeprägten Gang, daß die Gleichung erster Ordnung hier ihre ganze Bedeutung verliert. Es hilft auch nichts, wenn man die Oxalsäuremenge vergrößert, (Tabelle XII), oder die Chromsäuremenge vermindert (Tabelle IX u. X), oder endlich wenn man Schwefelsäure zusetzt (Tabelle XIII). Nicht in der Oxalsäure liegt also der Grund einer solchen Abweichung. Man muß ihn anderswo suchen.

**Folgereaktionen.** De Lury<sup>1)</sup> war einer von den ersten, der die Vermutung aussprach, daß in der Reduktion von Chromsäure sich zuerst das Chromdioxid  $\text{CrO}_2$  als Übergangsstufe bildet. Fast gleichzeitig äußerten R. Luther und Schilow<sup>2)</sup> eine ähnliche Meinung. Neuerdings stehen auf demselben Boden K. Seubert und J. Carstens<sup>3)</sup>. Dagegen hat Bray<sup>4)</sup> die Bildung des fünfwer-

<sup>1)</sup> Journ. phys. Ch. 7, 239 (1903).

<sup>2)</sup> Zeit. phys. Ch. 46 (1903).

<sup>3)</sup> Zeit. anorg. Ch. 50, 53 (1906) und 56, 357 (1908).

<sup>4)</sup> Zeit. phys. Ch. 54, 463 (1906).

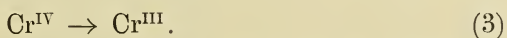
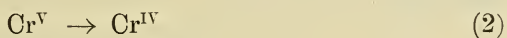
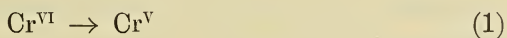


gen Chroms als Übergangsstadium angenommen. R. Luther und Th. F. Rutter<sup>1)</sup> ziehen endlich beide Erklärungen zusammen.

Die Annahme Bray's wurde zur Gewißheit, als es den Forschern R. F. Weiland und W. Friedrich<sup>2)</sup> gelungen war, die Salze des fünfwertigen Chroms darzustellen. Sie sättigten nämlich die  $\text{CrO}_3$ -Lösung bei  $0^\circ$  mit  $\text{HCl}$ -Gas und fügten nach 5 Minuten eine Lösung von Pyridin, bzw. Chinolin in sehr starker Salzsäure hinzu; es setzte sich eine kristallinische Verbindung eines Chromderivats mit Pyridin, bzw. Chinolin ab. Auf kryoskopischem Wege und nach der Analogie mit ähnlichen Salzen des Molybdäns wurde in ihr ein Doppelsalz des fünfwertigen Chroms erkannt. Die Verbindungen des  $\text{Cr}^{\text{V}}$  haben sich als unbeständig erwiesen; sie zersetzen sich rasch in der Lösung.

Unsere Kenntnisse in betreff des vierwertigen Chroms sind dagegen noch manchem Zweifel unterworfen. Über  $\text{CrO}_2$  finden wir Angaben im Handbuche von Gmelin und Kraut<sup>3)</sup>. W. Manchot und R. Kraus<sup>4)</sup> schreiben, daß beim Erhitzen des Chromhydrats bis zu  $320\text{--}345^\circ$  sich  $\text{CrO}_2$  bildet und ein leichtes, schwarzes Pulver darstellt, das bei Rotglut den Überschuß von Sauerstoff abgibt und mit  $\text{HCl}$  Chlorgas entwickelt. Es scheint also recht widerstandsfähig zu sein. Von seinen Salzen ist nichts bekannt<sup>5)</sup>.

Man kann also die Reduktion von Chromsäure in folgender Weise schematisch darstellen:



Die beiden ersten von diesen drei Folgereaktionen verlaufen unzweifelhaft und mit endlicher Geschwindigkeit; denn

<sup>1)</sup> Zeit. anorg. Ch. 54, 1 (1906).

<sup>2)</sup> Ber. 38, 3784 (1905) und 39, 4042 (1906).

<sup>3)</sup> Handbuch: 6 Aufl. II [2] 290.

<sup>4)</sup> Ber. 39, 3512 (1906).

<sup>5)</sup> In Graham-Otto's Lehrbuch der anorg. Ch. (II, 1058, 1881) finden wir folgende Notiz: „Das braune Hydrat des Chromdioxyds,  $\text{CrO}_2$ , gibt mit wässriger Flußsäure eine rote Lösung, die zu einem blaßroten Salze eintrocknet. Da die Lösung desselben mit Ammoniak wieder einen braunen Niederschlag gibt, so kann man das Salz als ein Chromtetrafluorid,  $\text{CrF}_4$ , betrachten“. Die Quelle dieser Notiz ist nicht angegeben. (Zusatz während der Korrektur).

würde die zweite unendlich schnell vor sich gehen, so dürfte überhaupt kein fünfwertiges Chrom existieren, was aber der Tatsache widerspricht. Von der dritten Reaktion können wir sagen, daß sie möglich ist, obgleich sie noch nicht mit voller Gewißheit auf präparativem Wege nachgewiesen wurde. Jede von diesen Reaktionen und somit auch der ganze Verlauf ist monomolekular; jedoch ihre gemeinsame Geschwindigkeitsgleichung hat eine viel verwickeltere Form als diejenige, nach welcher wir in der Tabelle V die Konstante 0.4343  $k$  berechnet haben.

Mit der theoretischen Seite der Folgereaktionen beschäftigten sich W. Ostwald<sup>1)</sup>, O. Knoblauch<sup>2)</sup>, J. Walker<sup>3)</sup>, R. Wegscheider<sup>4)</sup>, R. Luther und Schilow<sup>5)</sup> und A. Rakowski<sup>6)</sup>. Dagegen sind sehr wenige Beispiele bekannt, in denen diese verwickelten Gleichungen auf spezielle Fälle angewandt wurden. O. Knoblauch, sowie neuerdings F. Kaufler<sup>7)</sup>, haben diese Gleichungen für Vorgänge mit zwei Folgereaktionen gelöst. Insoweit mir aus der Literatur bekannt ist, versuchte bis jetzt niemand eine solche Gleichung auf drei mit verschiedenen Geschwindigkeiten verlaufende Folgereaktionen anzuwenden und zu lösen. Der Fall der Chromsäurereduktion bietet recht gute Gelegenheit dazu.

**Die Gleichung der Reaktionsgeschwindigkeit.** Bezeichnet man die anfängliche Chromsäurekonzentration mit  $A$  und die Konzentrationen von  $\text{Cr}^{\text{VI}}$ ,  $\text{Cr}^{\text{V}}$  und  $\text{Cr}^{\text{IV}}$  in der Zeit  $t$  mit  $C^{\text{VI}}$ ,  $C^{\text{V}}$  und  $C^{\text{IV}}$ , so werden die einzelnen Chromgattungen mit folgenden Geschwindigkeiten verschwinden:

$$(4) \quad \frac{dC^{\text{VI}}}{dt} = -k_1 C^{\text{VI}}$$

$$(5) \quad \frac{dC^{\text{V}}}{dt} = k_1 C^{\text{VI}} - k_2 C^{\text{V}}$$

$$(6) \quad \frac{dC^{\text{IV}}}{dt} = k_2 C^{\text{V}} - k_3 C^{\text{IV}}$$

<sup>1)</sup> Lehrb. d. allg. Ch. 2 [2] 277.

<sup>2)</sup> Zeit. phys. Ch. 26, 96 (1898).

<sup>3)</sup> Zeit. phys. Ch. 28, 177 (1899) (R).

<sup>4)</sup> Zeit. phys. Ch. 35, 513 (1900).

<sup>5)</sup> Zeit. phys. Ch. 46, 777 (1903).

<sup>6)</sup> Zeit. phys. Ch. 57, 321 (1907).

<sup>7)</sup> Zeit. phys. Ch. 55, 502 (1906).

wo  $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$  die Geschwindigkeitskonstanten der (1), (2) und (3) Reaktionen darstellen. Integrieren wir die Gleichung (4) unter der Bedingung, daß  $t = 0$ ,  $C^{VI} = A$  ist, so bekommen wir:

$$C^{VI} = A e^{-k_1 t}. \quad (7)$$

Führen wir diese Gleichung (7) in die Gleichung (5) ein, welche man unter der Bedingung  $C^V = 0$  für  $t = 0$  integriert, so wird:

$$C^V = A \frac{k_1}{k_2 - k_1} [e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}]. \quad (8)$$

Setzt man endlich den Wert (8) in (6) ein und integriert, wenn in der Zeit  $t = 0$  die Konzentration  $C^{IV} = 0$  ist, so erhält man folgende Gleichung:

$$C^{IV} = A \frac{k_1 k_2}{(k_2 - k_1)(k_3 - k_2)(k_1 - k_3)} [(k_2 - k_2) e^{-k_1 t} + \\ + (k_3 - k_1) e^{-k_2 t} + (k_1 - k_2) e^{-k_3 t}]. \quad (9)$$

Aus diesen drei Gleichungen (7), (8) und (9) konstruieren wir die gemeinschaftliche Gleichung der Reaktion, indem wir beachten, daß  $\text{Cr}^{VI}$  drei Valenzen,  $\text{Cr}^V$  zwei und  $\text{Cr}^{IV}$  nur eine Valenz besitzt, welche bei der Reduktion verloren gehen. Also:

$$3 C^{VI} + 2 C^V + C^{IV} = \alpha w_t, \quad (10)$$

wo  $w_t$  die verbrauchte Menge von zirka  $\frac{1}{40}$  n  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  Lösung in der Zeit  $t$  und  $\alpha$  einen Koeffizienten darstellen, der die  $w_t$  in gleichem Maße wie die Chromkonzentrationen ausdrückt. Stellen wir in (10) die Werte für  $C^{VI}$ ,  $C^V$  und  $C^{IV}$  aus (7), (8) und (9) ein und berücksichtigen wir, daß  $w_t = w_0$  und  $C^V = 0$ , sowie  $C^{IV} = 0$  in der Zeit  $t = 0$  sind, so kommen wir schließlich zu der Endgleichung:

$$3 e^{-k_1 t} + 2 \frac{k_1}{k_2 - k_1} [e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}] + \\ + \frac{k_1 k_2}{(k_2 - k_1)(k_3 - k_2)(k_1 - k_3)} [(k_2 - k_3) e^{-k_1 t} + \\ + (k_3 - k_1) e^{-k_2 t} + (k_1 - k_2) e^{-k_3 t}] = \frac{3 w_t}{w_0}, \quad (11)$$

aus welcher drei Unbekannte  $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$  zu bestimmen sind. Da es unmöglich ist, diese Gleichung (11) nach den gewöhnlichen Methoden aufzulösen, so muß man zum graphischen Verfahren grei-



fen, indem man für  $k_1$  und  $k_2$  angenäherte Werte einsetzt, den Wert für  $k_3$  sucht, ein wenig  $k_2$  ändert, wieder  $k_3$  aufsucht und so weiter verfährt und jedesmal den entsprechenden Punkt auf dem Millimeterpapier mit den Koordinaten  $k_2$  und  $k_3$  einträgt. Diese Rechnung wird für drei Zeiten  $t'$ ,  $t''$  und  $t'''$  ausgeführt, und so kommt man zu drei Linien mit drei Schnittpunkten. Dasselbe wird mit den anderen Werten von  $k_1$  durchgeführt, bis endlich die Schnittpunkte zusammenfallen. Daß diese Methode außerordentlich zeitraubend ist, beweist der Umstand, daß zur Auffindung der  $k$ -Werte für einen einzigen Versuch mehrere Wochen nötig waren. Dadurch wird es auch verständlich, daß die Auflösung der Gleichungen für Vorgänge mit drei Folgereaktionen abschreckend wirkt und bis jetzt für keinen Fall durchgeführt worden ist.

Darum habe ich mich in der Rechnung der  $k$ -Werte nur auf einen, in der Tabelle V angegebenen Versuch beschränkt. Die Zeiten wurden  $t' = 10$ ,  $t'' = 20$  und  $t''' = 40$  gewählt; werden die Zeitunterschiede geringer genommen, so schneiden sich die Linien unter sehr kleinen Winkeln und ihr Schnittpunkt kann nicht präzise bestimmt werden. Nun habe ich gefunden:

$$(12) \quad \begin{aligned} k_1 &= 0.0344 \\ k_2 &= 0.1322 \\ k_3 &= 0.0238. \end{aligned}$$

Diese Zahlen sind mit größter Genauigkeit berechnet, so daß noch die vierte Dezimale ziemlich sicher ist. Im Resultate (12) fällt der so kleine Wert für  $k_3$  zuerst auf. Wäre vierwertiges Chrom nicht existenzfähig, so sollte die Reaktion (3) mit unendlich großer Geschwindigkeit verlaufen und für  $k_3$ , wenn nicht eine unendliche, so doch eine sehr große Zahl ergeben. Der Befund (12) spricht also dafür, daß die Reaktion (3) wirklich stattfindet und daß vierwertiges Chrom als Zwischenprodukt der Reduktion von  $\text{Cr}^{\text{VI}}$  zu  $\text{Cr}^{\text{III}}$  auftritt. Da ferner  $k_3 < k_1$  ist, so scheint sogar  $\text{Cr}^{\text{IV}}$  widerstandsfähiger zu sein als  $\text{Cr}^{\text{VI}}$ .

Der zweite Schluß aus (12) betrifft  $k_2$ . Wir sehen, daß  $k_2$  ungefähr viermal größer ist als  $k_1$ ; mit anderen Worten,  $\text{Cr}^{\text{V}}$  oxydiert viermal stärker als  $\text{Cr}^{\text{VI}}$ . Es erklärt dies die aktivierende Wirkung der Oxalsäure auf Chromsäure beim Ätzen des Indigos; es handelt sich hier um Bildung von  $\text{Cr}^{\text{V}}$ , was durch die Oxalsäure schneller bewirkt wird als durch Indigo allein; nun

wird durch das gebildete  $\text{Cr}^{\text{V}}$  zum Teil die Oxalsäure und zum Teil das Indigo oxydiert, welches überhaupt viel rascher geätzt wird, als ohne Oxalsäure. Die Säure ist überhaupt kein Katalysator, denn sie wird verbraucht. Ähnlich wie Oxalsäure wirken aktivierend:  $\text{SO}_2$  und  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ . Es sind auch analoge Beispiele für andere Säuren bekannt; so z. B. wird die Chlorsäure durch schweflige Säure auch beim Ätzen des Indigos aktiviert; möglicherweise bildet sich hier zuerst die unterchlorige Säure  $\text{HClO}$ , die auf das Indigo, wie die Versuche gezeigt haben, fast augenblicklich einwirkt.

Alle diese Schlüsse wären unmöglich, wenn wir angenommen hätten, daß  $\text{Cr}^{\text{IV}} = 0$  sei oder daß die Reaktion (3) augenblicklich vor sich gehe. Die Gleichung (10) würde dann zu:

$$3 C^{\text{VI}} + 2 C^{\text{V}} = a w_t \quad (13)$$

und die Grundgleichung (11) zu:

$$3 e^{-k_1 t} + 2 \frac{k_1}{k_2 - k_1} [e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}] = \frac{3 w_t}{w_0}. \quad (14)$$

Aus dieser Gleichung ist es viel leichter, die zwei Unbekannten zu berechnen. Ich habe für denselben Versuch (Tabelle V) und für die Zeiten  $t'' = 10$  und  $t'' = 40$  gefunden:

$$\begin{aligned} k_1 &= 0.0409 \\ k_2 &= 0.0319. \end{aligned} \quad (15)$$

Es müßte daraus der Schluß gezogen werden, daß  $\text{Cr}^{\text{V}}$  langsamer als  $\text{Cr}^{\text{VI}}$  oxydiert; dieser Schluß stünde im Widerspruch mit der von Weinland und Friedrich<sup>1)</sup> beobachteten Tatsache, daß nämlich die  $\text{Cr}^{\text{V}}$ -Salze unbeständig sind und sich leicht in wäßriger Lösung zersetzen. Also haben wir noch eine weitere Stütze zu gunsten der Gleichung (11) gewonnen.

Diese Gleichung (11) mit drei Unbekannten nähert sich schon den Interpolationsgleichungen; der Unterschied macht sich durch die theoretische Bedeutung der Unbekannten geltend. Setzen wir die Werte (12) in die Gleichung (11) für die übrigen Zeiten aus der Tabelle V, so erhalten wir:

<sup>1)</sup> S. oben.

Tabelle VI.

$t$	$w$ cm <sup>3</sup> gefunden	$w$ cm <sup>3</sup> berechnet
0	20·21	—
5	18·92	18·84
10	17·26	—
15	15·70	15·66
20	14·12	—
25	12·63	12·69
30	11·20	11·37
40	9·11	—

Die Übereinstimmung ist genügend; doch könnte jede andere Interpolationsgleichung mit drei Unbekannten eine ähnliche Übereinstimmung ergeben, so daß wir darin keinen Beweis für die Richtigkeit der Gleichung (11) sehen können.

**Annäherungsverfahren.** Wegen der Schwierigkeit der Berechnung ist die Gleichung (11) fast unverwendbar. Ich habe darum die übrigen Versuche mit Hilfe einer Methode gelöst, die zwar keine so genauen Resultate wie das oben geschilderte graphische Verfahren liefert, immerhin aber recht zuverlässige und vergleichbare Zahlen gibt; dabei verdient sie wegen der Schnelligkeit der Berechnung die größte Beachtung, speziell für Vorgänge mit drei Folgereaktionen.

Nehmen wir an, daß  $k_2 = 0$  und  $k_3 = 0$  ist, d. h. daß die Reaktion nur nach dem Schema (1) vor sich geht; dann nimmt die Gleichung (11) folgende Form an:

$$(16) \quad 2 + e^{-k_1 t} = \frac{3w_t}{w_0} \quad \text{oder} \quad k_1 = \frac{1}{0.4343 t} \log \frac{w_0}{3w_t - 2w_0}.$$

Würden wir jetzt in (16) die experimentellen Daten einführen, so müßten wir für  $k_1$  die größeren, maximalen Werte bekommen; denn eigentlich verlaufen die Reaktionen (2) und (3) selbständig und ihre Geschwindigkeiten vermehren die Geschwindigkeit der Reaktion (1). Je näher wir dem Anfange des Prozesses stehen, desto mehr wird sich das maximale  $k_1$  aus (16) dem eigentlichen  $k_1$  nähern, um zuletzt im Punkte  $t = 0$  mit ihm zusammenzufallen;



denn in diesem Punkte erfüllt sich die Voraussetzung, daß nur die Reaktion (1) vor sich geht.

Berechnen wir auf diese Weise  $k_1$  für den Versuch in der Tabelle V.

Tabelle VII.

$t$	$k_1$ -Maximum aus (16) berechnet
5	0.0425
10	0.0574
15	0.0738
20	0.1172

Durch graphische Extrapolation kommt man für  $t=0$  zu dem Werte

$$k_1 = 0.034,$$

der fast identisch mit dem in (12) angegebenen ist.

Um zu  $k_3$  zu gelangen, setzen wir voraus, daß  $k_1 = \infty$  und  $k_2 = \infty$  seien; darum soll  $C^{\text{VI}} = 0$  und  $C^{\text{V}} = 0$  sein. Die Geschwindigkeit der Chromsäurereduktion wird sich dann durch die folgende Gleichung ausdrücken lassen:

$$\frac{dC^{\text{IV}}}{dt} = -k_3 C^{\text{IV}}, \quad (18)$$

die durch Integrieren unter der Bedingung:  $C^{\text{IV}} = A$  für  $t=0$  zu einer Gleichung führt, wie die folgende:

$$e^{-k_3 t} = \frac{w_t}{w_0} \quad \text{oder} \quad k_3 = \frac{1}{0.4343 t} \log \frac{w_0}{w_t}. \quad (19)$$

Nach der Einführung der experimentellen Werte in (19) bekommt man kleinere, minimale Werte für  $k_3$ ; denn die Konzentration  $C^{\text{IV}}$  wird durch die Annulierung des sechs- und fünfwertigen Chroms scheinbar vergrößert oder  $k_3$ , wie aus (18) hervorgeht, scheinbar verringert. Je höher  $t$  wird, desto mehr nähert sich das minimale  $k_3$  dem wirklichen, um zuletzt bei  $t=\infty$  mit ihm zusammenzufallen. Am Ende des Vorganges erfüllt sich die Voraussetzung, daß nur die Reaktion (3) vor sich gehen wird.

Ich habe das  $k_3$ -Minimum für den Versuch in der Tabelle V berechnet.

Tabelle VIII.

$t$	$k_3$ -Minimum nach (19) berechnet
25	0·0188
30	0·0197
40	0·0199

Den Wert für  $k_3$  im Punkte  $t = \infty$  fand ich mit Hilfe der Extrapolationsgleichung:

$$(20) \quad k_3\text{-Minimum} = k_3 - \frac{\alpha}{t} - \frac{\beta}{t^2};$$

diese ergab:

$$(21) \quad k_3 = 0·022,$$

während der genaue Wert gleich 0·00238 also nur wenig verschieden ist.

Die dritte Unbekannte  $k_2$  läßt sich schon leicht aus der Gleichung (11) und aus beiden gefundenen Werten für  $k_1$  und  $k_3$  berechnen. So habe ich für  $t = 20$  aus der Tabelle V gefunden:

$$(22) \quad k_2 = 0·142.$$

Diese Zahl weicht schon mehr von der richtigen 0·132 ab; die Ursache ist darin zu suchen, daß die Fehler bei der Berechnung von  $k_1$  und  $k_3$  sich hier gehäuft haben.

Nach der oben geschilderten vereinfachten Methode wurden die Geschwindigkeitskonstanten der folgenden Versuche berechnet.

Tabelle IX.

Im Liter:  $66·6 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} +$

$+ 200 \text{ cm}^3 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}.$

Man pipetierte je  $75 \text{ cm}^3$

$t$	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	20·21
5	18·85
10	17·22
15	15·60
25	12·46
40	8·82

Tabelle X.

Im Liter:  $40 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_2}{3} +$

$+ 200 \text{ cm}^3 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}.$

Man pipetierte je  $100 \text{ cm}^3$

$t$	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	16·17
10	13·94
25	9·99
40	7·19

Titer des Thiosulfats:

$$5 \text{ cm}^3 \text{ } \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} = 20 \cdot 21 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$k_1 = 0.034$$

$$k_1 = \text{---}^1)$$

$$k_3 = 0.023$$

$$k_3 = 0.022.$$

Die dritte Konstante  $k_2$  wurde aus den oben genannten Gründen nicht mitberechnet. Durch Vergleichung der Tabellen V, IX und X sieht man, daß in ihnen die Oxalsäure-Konzentration unverändert bleibt und nur die Chromsäurekonzentration sich vermindert. Die Konstanten erleiden aber keine Veränderung, wie aus der Monomolekularität der einzelnen Folgereaktionen zu erwarten war. In der Tabelle X ist die Oxalsäuremenge 50mal größer als die Chromsäuremenge (beide in Äquivalenten berechnet), in der Tabelle IX 30mal und in der Tabelle V 20mal größer.

In beiden folgenden Versuchen variierte umgekehrt nur die Oxalsäurekonzentration, während die Chromsäuremenge die gleiche blieb wie in der Tabelle V.

Tabelle XI.

Im Liter:  $100 \text{ cm}^3 \text{ } \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} +$   
 $+ 150 \text{ cm}^3 \text{ } 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}.$

Man pipetierte je  $50 \text{ cm}^3$

$t$	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	19.52
3	19.21
8	18.52
15	17.40
25	15.80
40	13.50
60	11.00
100	7.45
120	6.11

Tabelle XII.

Im Liter:  $100 \text{ cm}^3 \text{ } \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} +$   
 $+ 300 \text{ cm}^3 \text{ } 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}.$

Man pipetierte je  $50 \text{ cm}^3$

$t$	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0	19.52
3	17.68
[5]	[16.22] <sup>2)</sup>
8	14.48
13	11.46
18	8.90
23	6.95
30	4.78
40	2.80
50	1.65
60	0.98

<sup>1)</sup> Zur Bestimmung von  $k_1$  braucht man mindestens 3 Werte für  $w^t$ , die das Glied  $(3w_t - 2w_0)$  in der Gleichung (16) positiv machen; dieser Bedingung genügt aber nur ein  $w_t$ , nämlich für  $t=10$ ; darum habe ich hier die Berechnung des  $k_1$  unterlassen.

<sup>2)</sup> Aus Gründen, die in der vorigen Fußnote dargelegt sind, habe ich den Wert für  $t=5$  Minuten durch graphische Interpolation gefunden.



Titer des Thiosulfats:

$$5 \text{ cm}^3 \text{ } \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} = 19.52 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$k_1 = 0.017$$

$$k_1 = 0.067$$

$$k_3 = 0.010$$

$$k_2 = 0.051.$$

Auch hier, wie überhaupt bei allen anderen Versuchen, ist  $k_1 > k_3$ , d. h. die Reaktion (1) verläuft schneller als die Reaktion (2). Durch Vergleich dieser Resultate mit dem Ergebnis für die Tabelle V

finden wir, daß das Verhältnis  $\frac{k_1}{k_3}$  ziemlich konstant bleibt:

$$\frac{k_1}{k_3} = 1.7 \text{ aus XI}$$

$$\frac{k_1}{k_3} = 1.5 \text{ aus VI}$$

$$\frac{k_1}{k_3} = 1.3 \text{ aus XII}$$

Es hat mithin den Anschein, als wenn durch Erhöhung der Oxalsäurekonzentration im gleichen Grade die Geschwindigkeiten der einzelnen Folgereaktionen bei der Chromsäurereduktion aufgehoben würden.

Ich muß noch einen Versuch anführen, welcher über den Einfluß der Schwefelsäure Aufschluß gibt. Es wurde früher bemerkt, daß dieser Einfluß ganz unbedeutend ist. In dem folgenden Versuche (Tabelle XIII) ist die Schwefelsäuremenge 10mal größer, als man zur Bindung des ganzen aus der Chromsäure reduzierten dreiwertigen Chroms auf Chromisulfat braucht.

Tabelle XIII.

$$\begin{aligned} \text{Im Liter: } 92.6 \text{ cm}^3 \text{ } \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} + 185.2 \text{ cm}^3 \text{ } 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{4} + \\ + 92.6 \text{ cm}^3 \text{ } 1 \text{ n } \frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2}. \end{aligned}$$

Man pipetierte je 50 cm<sup>3</sup>

$t$	$w \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
0	18.37
5	17.22
[10]	[15.78]
15	14.30
25	11.56
40	8.37

Titer des Thiosulfats:

$$5 \text{ cm}^3 \frac{1}{10} \text{ n } \frac{\text{CrO}_3}{3} = 20.21 \text{ cm}^3 \text{ cca } \frac{1}{40} \text{ n } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\left. \begin{array}{l} k_1 = 0.030 \\ k_3 = 0.021 \end{array} \right\} \frac{k_1}{k_3} = 1.4.$$

Die Chromsäure- und die Oxalsäurekonzentration sind ein wenig niedriger als in der Tabelle V; die Konstanten sind auch nur um wenig niedriger, doch ihr Verhältnis bleibt das gleiche wie in der Tabelle V. Dieses Ergebnis beweist, daß trotz des großen Überschusses an Schwefelsäure der Gang der Reaktion der nämliche bleibt und auch nicht der monomolekularen Gleichung erster Ordnung gehorcht, wovon man sich leicht durch Rechnung überzeugen kann; denn man könnte vielleicht denken, daß die Abweichungen von der letztgenannten Gleichung in dem Verbrauch an Oxalsäure ihren Grund haben. Der obige Versuch widerlegt diese Meinung.

**Zusammenfassung.** Die Reduktion von Chromsäure durch Oxalsäure ist eine monomolekulare Reaktion, doch läßt sie sich nicht durch eine Gleichung erster Ordnung ausdrücken. Der kinetische Verlauf dieser Reaktion nötigt zu der Annahme, daß es sich hier um drei Folgereaktionen handelt, in denen man von sechswertigem Chrom über fünf- und vierwertiges zu dreiwertigem gelangt. Von diesen Phasen verläuft die zweite, d. h. von fünf- zu vierwertigem Chrom am schnellsten, was die aktivierende Wirkung der Oxalsäure (und anderer ähnlicher Reduktionsmittel) auf das Oxydationsvermögen der Chromsäure (speziell beim Ätzen von Indigo) erklärt, indem die letztere von der Oxalsäure in eine sehr aktive, fünfwertige Stufe übergeführt wird. Am langsamsten verläuft die Reaktion von vierwertigem Chrom in dreiwertiges; es ist darum leicht möglich, daß die Derivate des  $\text{Cr}^{\text{IV}}$  recht stabil sind.

Das Verhältnis der Geschwindigkeitskonstanten  $k_1$  und  $k_3$ , d. h. der Reaktionen  $\text{Cr}^{\text{VI}} \rightarrow \text{Cr}^{\text{V}}$  und  $\text{Cr}^{\text{IV}} \rightarrow \text{Cr}^{\text{III}}$ , scheint beim Variieren der Oxalsäuremenge (in gewissen Grenzen) unveränderlich zu bleiben; die einzelnen Folgereaktionen werden also in gleichem Maße von der Oxalsäure beeinflusst. Zusatz von  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , sogar in beträchtlicher Menge, beeinträchtigt kaum den Gang der Reaktion.

Die Konstanten  $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$  der als unlösbar geltenden Gleichung für drei Folgereaktionen wurden nach einem sehr einfachen Annäherungsverfahren berechnet.

Warschau — Freiburg in der Schweiz.

---

48. *Zależność pomiędzy szybkością mieszania a szybkością reakcji w układach niejednorodnych. — Beziehung zwischen der Rührgeschwindigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen.* Mémoire de M. K. JABŁCZYŃSKI, présenté par M. K. Olszewski m. t.

Beim Lösen eines festen Körpers in einer Flüssigkeit, z. B. beim Auflösen von Zink oder Marmor in Salzsäure, hat man beobachtet, daß der Prozeß um so schneller verläuft, je intensiver die Flüssigkeit durchgemischt wird. Eine innigere und allgemeine Beziehung zwischen Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit ist jedoch noch nicht festgestellt worden. Man begnügt sich mit folgender, rein empirischer Gleichung:

$$\frac{k_1}{k_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^x,$$

in welcher  $k$  die Geschwindigkeitskonstante der Reaktion,  $n$  die Tourenzahl des Rührers und  $x$  eine durch Versuche bestimmbare Konstante bedeuten. Der Wert für  $x$  wurde verschieden gefunden. O. Sackur<sup>1)</sup> bestimmte ihn zu 0·425, E. Brunner<sup>2)</sup> zu 0·6. L. Bruner und St. Tołłoczko<sup>3)</sup> haben beim Auflösen von Gips in reinem Wasser für  $x$  einen durchschnittlichen Wert 0·91 gefunden, woraus sie für diesen Fall eine Proportionalität zwischen Auflösungs- und Rührgeschwindigkeit schlossen. Überhaupt besitzt  $x$  fast für jeden einzelnen der angewandten Apparate einen anderen Wert. Nun spielt aber  $x$  eine große Rolle, indem uns sein Wert zu beurteilen erlaubt, inwieweit ein Prozeß in einem heterogenen Systeme von der Diffusion abhängig ist. Nach der von A. A. Noyes,

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. phys. Ch. 54, 644 (1906).

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. phys. Ch. 47, 56 (1904).

<sup>3)</sup> Bull. Int. de l'Ac. des Sc. Cracovie 1903.



W. R. Whitney<sup>1)</sup> und besonders von W. Nernst<sup>2)</sup> entwickelten Anschauung umgibt sich die feste Phase (z. B. Marmor beim Auflösen in Salzsäure) mit einer anhaftenden Schicht, durch welche die auflösende Substanz (also Chlorwasserstoffsäure) aus der äußeren gerührten Flüssigkeit zur festen Phase hin oder die sich auflösende Phase nach der gerührten Flüssigkeit fort diffundiert. Wird nun das Mischen der Flüssigkeit intensiver, so vermindert sich die Dicke dieser Schicht und die Diffusion, und auch die damit verbundene Reaktion, verläuft schneller. Es wurde sogar die Dicke  $\delta$  dieser Schicht berechnet und zwischen 0.01 und 0.07 mm gefunden.

Der bisher nur praktische Charakter des Exponenten  $x$  ergibt sich hauptsächlich daraus, daß die Versuche in verschiedenen Apparaten und unter verschiedenen Umständen ausgeführt wurden; auch hat man zur Berechnung von  $x$  zwei aufeinander folgende Versuche verglichen, was zu groben Fehlern Anlaß gab; denn beim Auseinandernehmen und beim Zusammensetzen der Apparate können die einzelnen Teile nie genau in dieselbe Lage gebracht werden; dies verursacht eine Veränderung von  $k$ , wie auch von  $x$ . Deshalb findet man bei einigen Beobachtern für dieselbe Reaktion und für denselben Apparat Werte von  $x$ , die zwischen 0.3 und 1.2 liegen, bei anderen sogar negative Zahlen. Diese Fehler möglichst zu beseitigen und verschiedene Prozesse unter denselben Bedingungen miteinander zu vergleichen, ist der Zweck vorliegender Arbeit.

Ich habe drei Reaktionen ausgewählt, nämlich: die Auflösung von Marmor in Salzsäure, die Zersetzung von  $\text{H}_2\text{O}_2$  an Platinblech und die Auflösung von Zink ebenfalls in Salzsäure. Diese Reaktionen wurden aus dem Grunde bevorzugt, weil sich ihr Verlauf durch die entwickelte Gasmenge beobachten ließ, was in diesem Falle von großem Vorteile war, und wie sich später zeigte, genauere Resultate lieferte, als man durch die maÑanalytische Methode hätte erzielen können.

Der Apparat bestand aus einem Becherglase von  $50 \times 85$  mm, das mit einem paraffinierten Kork verschlossen war; durch diesen gingen in das GefaÑ: ein Rührer mit QuecksilberverschluÑ, ein Kapillarrohr zum Ableiten der Gase nach der Bürette und ein Glasstab, als Träger der in Frage kommenden Marmor- oder Zinkplat-

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. phys. Ch. 23, 689 (1897).

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. phys. Ch. 47, 52 (1904) und E. Brunner, ebenda S. 56.

ten. Der Rührer trug 8 Flügel, in 2 Reihen angeordnet von der Gesamthöhe von 30 mm und einem Durchmesser von 25 mm. Die Marmor- und Zinkplatten, sowie auch das Platinblech waren an der dem Rührer abgekehrten Fläche mit Paraffin bestrichen; die Seitenwände der Platten blieben frei; denn ihre Bedeckung erwies sich als ein großer Fehler, da infolge der Auflösung des Marmors oder Zinks die Paraffinwände hervorragten, was die Bildung von Wirbeln verursachte und zu einer immer sich vergrößernden Reaktionskonstante führte. Auf diese leicht zu vernachlässigende Fehlerquelle möchte ich besonders aufmerksam machen.

Bei der Konstruktion des Apparates und bei der Ausführung von Versuchen hatte ich immer folgende Punkte vor Augen:

1) Die Flüssigkeitsmenge war immer so gering wie möglich, ung. 80—100 cm<sup>3</sup>; der Rührer dagegen möglichst groß, damit eine innigere und gleichmäßigere Durchmischung erzielt werden könnte; der Rührer und die eingehängte Platte füllten gerade den durch die Flüssigkeitsmenge eingenommenen Raum aus.

2) Die Veränderung der Tourenzahl wurde in einem und demselben Versuche vorgenommen; somit konnten keine infolge von Änderungen in der Lage einzelner Teile des Apparates entstandenen Fehler in Betracht kommen.

3) Wie schon gesagt, waren Platten und Blech nur auf der Außenseite mit Paraffin überzogen, die Seitenwände dagegen blieben immer frei.

4) Es wurden Platten und Blech möglichst nahe an den Rührer gerückt, gewöhnlich in einer Entfernung von 2—3 mm und dabei so, daß ihre reagierende Fläche tangential zum Umdrehungskreise des Rührers, höchstens etwas gegen den Flüssigkeitsstrom, niemals aber in der Richtung des Stroms lag; im letzteren Falle verkleinert sich nämlich der Röhrexponent.

Das Becherglas wurde in einem Thermostaten von 25° ± 0.1° befestigt. Das sich entwickelnde Gas leitete man in eine Bürette; diese befand sich in einem Glasmantel, durch welchen beständig Wasser von konstanter Temperatur floß. Die Geschwindigkeitskonstante wurde nach der Gleichung erster Ordnung  $0.4343 k =$

$\frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{W - w_1}{W - w_2}$  berechnet, wo  $w_1$  und  $w_2$  die Gasvolumina in den Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  bedeuten.  $W$  ist das Gesamtvolum. Zur Bewegung des Rührers diente ein Heißluftmotor mit Regulierung des Gasdruckes.

Auflösung von Marmor in Salzsäure. Es wurde die  $\text{CO}_2$ -Menge gemessen. Da das Kohlendioxyd in Wasser ziemlich leicht (1:1) löslich ist, wurde zuerst das Wasser mit  $\text{HCl}$  angesäuert, dann ein Stückchen Marmor hineingeworfen und einige Zeit durchgerührt. Von solchem Wasser wurde die nötige Menge abpipetiert, etwas Salzsäure zugesetzt, der Apparat zusammengestellt und in Gang gesetzt. Die Ablesungen notierte ich erst dann, wenn sich die entwickelten  $\text{CO}_2$ -Volumina in denselben Zeiten zu vermindern angefangen hatten. Das Endvolumen  $W$  wurde bestimmt, indem man die Flüssigkeit fortwährend rührte, bis das Niveau in der Bürette nicht mehr sank; gewöhnlich trat dies nach 2—3 Stunden intensivster Mischung ein. Bemerkt sei noch, daß der das Becherglas verschließende Kork behufs besserer Aufdichtung mit Siegelack bedeckt wurde.

Tabelle 1.

Flüssigkeitsvolumen  $90 \text{ cm}^3$ . Marmorplatte:  $2.5 \text{ cm}$  hoch,  $1.8 \text{ cm}$  breit und  $0.3 \text{ cm}$  dick.

$t^1)$	$n$	$w$	$0.4343 k$
0	262	5.96	
2	262	8.69	0.0225
4	262	11.10	0.0220
6	262	13.20	0.0212
	262		0.0219 $x = 0.94$
6	202	13.20	
9	200	15.52	0.0174
12	200	17.60	0.0176
15	200	19.34	0.0166
18	200	20.88	0.0164
	200		0.0170 $x = 1.03$
20	393	22.52	
22	393	24.18	0.0349
24	393	25.59	0.0348
26	393	26.72	0.0326
	393		0.0341 $x = 0.97$

<sup>1)</sup>  $t$  bezeichnet die Zeit,  $n$  die Tourenzahl des Rührers pro Minute,  $w$  das in der Bürette abgelesene Gasvolumen.



$t$	$n$	$w$	0.4343 $k$
29	261	27.85	
32	261	28.78	0.0250
37	261	29.92	0.0225
42	261	30.74	0.0212
	261		0.0229

$$W = 33.70 \text{ cm}^3$$

Die Flüssigkeit reagierte vollkommen neutral.

Tabelle 2.

Zur Flüssigkeit vom vorigen Versuch wurden 15 cm<sup>3</sup> 1 n. HCl zugefügt und der Versuch nach dem Entwickeln einiger cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> weiter, wie folgt, ausgeführt.

Flüssigkeitsvolumen 105 cm<sup>3</sup>. Dieselbe Marmorplatte wie oben.

$t$	$n$	$w$	0.4343 $k$
0	244	9.40	
2	245	12.98	0.0185
4	248	16.20	0.0180
6	245	19.20	0.0183
	245		0.0183 $x = 0.91$
7	186	19.72	
9	186	21.90	0.0145
11	186	23.88	0.0141
13	189	25.76	0.0143
	187		0.0143 $x = 1.02$
17	360	30.50	
19	360	33.21	0.0274
21	372	35.67	0.0282
23	365	37.85	0.0286
	364		0.0281 $x = 0.77$
23	240	37.85	
26	250	39.92	0.0207
29	250	41.75	0.0212
	247		0.0209 $x = 0.90$

$t$	$n$	$w$	$0.4343 k$
32	360	43.45	
35	372	45.25	0.0290
38	360	46.78	0.0303
	364		0.0296

$$W = 53.35 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2.$$

Die Flüssigkeit reagierte vollkommen neutral.

Tabelle 3.

Flüssigkeitsvolumen 90 cm<sup>3</sup>. Marmorplatte: 1.8 cm hoch, 1.5 cm breit und 0.3 cm dick.

$t$	$n$	$w$	$0.4343 k$	
0	320	17.90		
2	306	21.62	0.0149	
4	324	25.13	0.0151	
6	320	28.18	0.0140	
8	—	31.09	0.0143	
	318		0.0146	$x = 0.90$
8	156	31.09		
11	158	33.28	0.00757	
13	162	34.69	0.00765	
16	158	36.82	0.00807	
19	—	38.82	0.00803	
	158		0.00783	$x = 0.90$
19	213	38.82		
22	217	41.20	0.0101	
25	209	43.40	0.0101	
28	212	45.51	0.0104	
31	209	47.48	0.0104	
	212		0.0102	$x = 0.96$
34	480	49.75		
36	480	52.15	0.0227	
38	472	54.25	0.0220	
40	443	56.15	0.0220	
42	496	57.81	0.0212	
	474		0.0220	

$$W = 73.93 \text{ cm}^3.$$

Durchschnittlich beträgt der Wert für  $x = 0.93$ . Hätten wir aber für dieses  $x$  den Wert  $= 1$  gesetzt, so wäre dadurch die Konstante  $k$  in viel geringerem Maße beeinträchtigt worden. Dann hätten wir anstatt der experimentellen Werte für  $k = 0.0170$ ,  $0.0341$  und  $0.0229$  (Tabelle 1) die berechneten  $0.0163$ ,  $0.0334$  und  $0.0226$  bekommen, welche durchschnittlich um 2% geringer sind, als die ersteren, während der Versuchsfehler 5% ausmacht. Somit scheint der als idealer Grenzfall betrachtete Schluß ganz berechtigt zu sein, daß die Reaktionskonstante  $k$  und die Tourenzahl des Rührers einander einfach proportional sind. Ich muß noch betonen, daß die Marmorfläche nach der Reaktion immer glatt, wie lackiert war.

Die  $H_2O_2$ -Zersetzung an platinisiertem Platinblech. Es wurde die entwickelte Sauerstoffmenge gemessen, wozu derselbe Apparat verwendet wurde wie bei den Versuchen mit Marmor, mit dem einzigen Unterschiede, daß im Korké sich noch eine dritte Kapillare befand. Nachdem alles in Gang gesetzt worden war und sich etwas Sauerstoff entwickelt hatte, pipetierte man 5–10 cm<sup>3</sup> durch die Kapillare ab, notierte den Niveaustand in der Bürette und setzte den Rührer wieder in Bewegung. Die abpipetierte Lösung wurde mit ung.  $\frac{1}{80}$  norm. Kaliumpermanganat titriert. Am Ende des Versuches bestimmte man auf dieselbe Weise den Gehalt an  $H_2O_2$ . Aus den beiden verbrauchten  $KMnO_4$ -Mengen und aus der inzwischen entwickelten Sauerstoff-Menge wurde das Endvolum  $W$  berechnet.

Die Platinbleche waren wie die Marmorplatten an der dem Rührer abgekehrten Seite mit Paraffin bestrichen.

Tabelle 4.

Flüssigkeitsvolumen  $= 100 \text{ cm}^3$ . Platinblech:  $3.3 \times 3.3 = 10 \text{ cm}^2$ .

$t$	$n$	$w$	$0.4343 k$
0	240	3.90	
2	240	6.25	0.0111
4	240	8.35	0.0105
6	240	10.34	0.0107
8	240	12.22	0.0100
	240		0.0106 $x = 0.71$



$t$	$n$	$w$	$0.4343 k$
10	177	13.80	
13	177	15.90	0.00840
16	175	17.93	0.00863
19	177	19.82	0.00850
	176		0.00851 $x = 0.53$
22	340	21.98	
25	349	24.40	0.0126
28	350	26.59	0.0124
31	355	28.55	0.0121
	348		0.0122 $x = 0.50$
34	240	30.21	
39	240	32.48	0.0100
44	230	34.48	0.0100
49	230	36.24	0.0098
	235		0.0098 $x = 0.62$
52	170	37.66	
62	186	39.66	0.00816
72	170	41.62	0.00824
	176		0.00820

$W = 50.91 \text{ cm}^3 \text{ O}_2.$

Tabelle 5.

Flüssigkeitsvolumen:  $90 \text{ cm}^3$ . Platinblech  $3.3 \times 1.9 = 6.27 \text{ cm}^2$

$t$	$n$	$w$	$0.4343 k$
0	202	6.98	
4	200	8.90	0.00586
9	200	11.13	0.00578
14	200	13.25	0.00588
	200		0.00584 $x = 0.60$
18	288	15.45	
22	288	17.31	0.00744
27	297	19.40	0.00722
32	288	21.32	0.00721
	290		0.00729 $x = 0.54$

$t$	$n$	$w$	$0.4343 k$
36	454	23.10	
40	472	24.79	0.00938
45	436	26.70	0.00934
51	450	28.70	0.00916
	453		0.00929
$x = 0.62$			
51	192	28.70	
62	190	30.54	0.00523
73	188	32.27	0.00565
	190		0.00544

$$W = 43.52 \text{ cm}^3 \text{ O}_2.$$

Aus anderen Versuchen erhielt ich  $x = 0.50, 0.39, 0.52$  und  $0.72$ , durchschnittlich also  $x = 0.55$ . Für denselben Fall ergab sich aus J. Teletow's Versuchen  $x = 0.66$ . Ein so niedriger Exponent ließe vermuten, daß die eigentliche chemische Reaktion am Platinblech nicht momentan verläuft; anderseits aber fand J. Teletow für denselben Vorgang einen ganz ähnlichen Temperaturkoeffizienten, wie für einen Diffusionsprozess; es beweist dies, daß der Vorgang der  $\text{H}_2 \text{O}_2$ -Katalyse am Platinblech nur durch die Diffusion geleitet wird und daß die chemische Reaktion praktisch unendlich schnell verläuft.

Es wäre möglich, für einen so niedrigen Wert für  $x$  folgenden Grund anzunehmen. Die platierte Platinoberfläche ist nicht glatt; unter dem Mikroskop erscheint sie wie mit kleinen Hügeln bedeckt. Um zu der Oberfläche des Platins zu gelangen, muß das gelöste Wasserstoffsuperoxyd außer der oben schon erwähnten Schicht, mit der sich die feste Phase umgibt, noch die Höhlungen durchwandern. Mit der Vergrößerung der Rührgeschwindigkeit vermindert sich die Dicke der Schicht, aber nicht die der Höhlungen. Die Diffusionsstrecke vermindert sich somit nicht so schnell im Vergleich mit der Erhöhung der Rührintensität und deshalb muß  $x$  einen echten Bruch darstellen. Je tiefer die Höhlungen sind, desto niedriger soll der Wert für  $x$  sein.

Die Auflösung des Zinks in Salzsäure. Das granuliert Zink (von Kahlbaum) wurde im Tiegel geschmolzen, die Masse auf eine steinerne Platte gegossen und mit Messer gepreßt. Dann rei-

nigte ich die Flächen, bestrich eine von ihnen mit Paraffin und verfuhr im übrigen wie bei den Versuchen mit Marmor. Alle Verbindungsstellen des Apparates dichtete ich mit Quecksilber. Um die Wasserstoffentwicklung an der Zinkplatte zu erleichtern, setzte ich einen Tropfen Platinchloridlösung der Reaktionsflüssigkeit zu. Die Entfernung der Zinkplatte vom Rührer betrug 0.3 mm. Zu dem folgenden Versuche (Tabelle 6) war die Platte durch Vorversuche schon etwas angeätzt.

Tabelle 6.

Flüssigkeitsvolumen 80 cm<sup>3</sup>. Zinkplatte 3.2 × 2.1 × 0.2 cm.

<i>t</i>	<i>n</i>	<i>w</i>	0.4343 <i>k</i>	
0	213	4.80		
3	217	6.75	0.0070	
6	217	8.56	0.0068	
9	213	10.28	0.0068	
12	215	11.85	0.0065	
	215		0.0068	<i>x</i> = 0.26
<hr/>				
12	330	11.85		
15	310	13.53	0.0073	
18	310	15.17	0.0075	
21	303	16.70	0.0079	
24	307	18.14	0.0073	
	312		0.0075	<i>x</i> = 0.35
<hr/>				
24	156	18.14		
28	156	19.67	0.0061	
32	160	21.06	0.0059	
36	158	22.34	0.0057	
40	—	23.61	0.0060	
	158		0.0059	<i>x</i> = 0.28
<hr/>				
40	548	23.61		
44	500	25.20	0.0080	
48	533	26.75	0.0084	
52	533	28.20	0.0085	
57	530	29.83	0.0084	
	529		0.0083	<i>x</i> = 0.23



$t$	$n$	$w$	$0.4343 k$
57	222	29.83	
62	222	31.10	0.0071
67	222	32.19	0.0066
72	226	33.20	0.0066
	223		0.0068

$$W = 46.00 \text{ cm}^3.$$

Der folgende Versuch mit derselben Zinkplatte ergab  $x = 0.25$  und  $0.29$ , durchschnittlich  $x = 0.28$ . Ein so kleiner Wert für  $x$  ist geradezu erstaunlich. Die Zinkplatte war aber auf der ganzen Oberfläche sehr rau und erschien unter dem Mikroskop wie die Reliefkarte eines Gebirges. Die Vertiefungen waren größer als auf der platinieren Platinoberfläche. Dies bestätigt nur die oben aufgestellte Erklärung, warum die Werte für  $x$  niedriger ausfallen als 1. Es läßt sich eine interessante Rechnung durchführen, wenn man die Reaktionsgeschwindigkeiten der Auflösung von Marmor und von Zink miteinander vergleicht. Die wirksame Oberfläche des Marmors in der Tabelle 1 hat  $7 \text{ cm}^2$ ; die Reaktionskonstante ist  $0.4343 k = 0.0170$  bei  $n = 200$  Touren pro Minute; da  $k$  zur Oberfläche der festen Phase im einfachen Verhältnis steht, so beträgt dieselbe Konstante in bezug auf  $1 \text{ cm}^2$  der reagierenden Fläche siebenmal weniger, also  $0.4343 k_0' = 0.00243$ . Führen wir dieselbe Rechnung für Zink (Tabelle 6) durch, so erhalten wir für  $n = 200$  und in bezug auf  $1 \text{ cm}^2$  der reagierenden Fläche  $0.4343 k_0'' = 0.00076$ . Da in beiden Fällen die Salzsäure als auflösender Körper fungiert, so müssen die Diffusionswege:  $S$ -Zink und  $S$ -Marmor einander umgekehrt proportional sein wie die entsprechenden Werte von  $k_0$  also:

$$\frac{S\text{-Zink}}{S\text{-Marmor}} = \frac{0.4343 k_0'}{0.4343 k_0''} = \frac{0.00243}{0.00076}$$

Die Verlängerung der Diffusionsstrecke bei Zink ist nur durch die Höhlungen verursacht. Es folgt daraus, daß die Vertiefungen in der Zinkplatte durchschnittlich:

$$\frac{0.00243 - 0.00076}{0.00076} = 2.2$$

mal so tief sind, als die Dicke der an glatter Oberfläche adhä-

rierenden Schicht bei  $n = 200$ . Daraus können wir leicht  $x$  bei Auflösung von Zink berechnen, wenn die Tourenzahl von 215 auf 312, wie in der Tabelle 6, steigt. Da die Dicke der adhärrierenden Schicht der Konstante  $k$  und somit auch der Tourenzahl des Rührers proportional ist, während die Höhlungen unverändert bleiben und, wie oben bei  $n = 200$  gefunden, 2·2 mal tiefer als  $\delta_0$  sind, so kommt man zur Gleichung:

$$\frac{\frac{215}{312} \delta_0 + 2 \cdot 2 \delta_0}{\delta_0 + 2 \cdot 2 \delta_0} = \left( \frac{215}{312} \right)^x$$

Daraus berechnet man  $x = 0 \cdot 27$ , während wir in der Tabelle 6  $x = 0 \cdot 26$  gefunden haben. Es scheint also die Richtigkeit der oben aufgestellten Erklärung bestätigt zu sein.

Löst sich die feste Phase in reinem Wasser auf, so spielen die Vertiefungen keine Rolle mehr, denn sie sind stets mit gesättigter Lösung gefüllt, aus welcher die Substanz in die umgebende Flüssigkeit fortdiffundiert.

**Zusammenfassung.** Es scheint für glatte, sich auflösende feste Körper, wie Marmor beim Auflösen in Salzsäure, eine ideale Regel zu gelten, nämlich daß die Reaktions-Konstante der Tourenzahl einfach proportional ist. Für nicht glatte Flächen wie platinirtes Platinblech oder angeätzte Zinkplatte vergrößert sich die Reaktionskonstante langsamer als die Tourenzahl, und zwar umso langsamer, je rauher die Oberfläche ist.

---

Der experimentelle Teil der vorliegenden Arbeit wurde zu Osterferien im II. chemischen Universitäts-Laboratorium zu Freiburg in Schw. ausgeführt. Dem Leiter desselben, Herrn Prof. T. v. Estreicher, möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank für sein gütiges Entgegenkommen aussprechen.

Freiburg in der Schweiz.

---

## Séance du lundi 6 Juillet 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ED. JANCZEWSKI.

49. *O alkoholach tolyloetylowych. — Über die o-, m- und p-Tolyläthylalkohole.* Mémoire de M. K. KLING, présenté par M. Br. Radziszewski m. t.

Mittels energischer, elektrolytischer Reduktion der o-, m- und p-Tolylessigsäuren erhielt der Verfasser die drei isomeren o-, m- und p-Tolyläthylalkohole.

Ortho-Tolyläthylalkohol  $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$  (1:2) stellt eine bei gewöhnlicher Temperatur farblose, ölige, bei  $243-243.5^\circ \text{C}$  (corr.) siedende Flüssigkeit von angenehmem, charakteristischem (an seine Homologe: Benzylalkohol, Phenyläthylalkohol u. drgl. erinnerndem) Geruche dar. Er ist leicht in Alkohol, Äther, Chloroform, Aze-ton, Ligroin, Benzol und Toluol löslich, in Wasser dagegen unlöslich.

Das spez. Gewicht beträgt  $d_{\frac{20}{4}} = 1.0159$ .

Der Brechungsexponent (mittels Abbe's Refraktometer bestimmt) ist  $n = 1.5214$  gefunden worden, die berechnete Molekularrefrak-tion  $= 69.85$  (die theoretische beträgt  $70.6$ ).

Meta-Tolyläthylalkohol  $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$  (1:3). Das Produkt bildet bei gewöhnlicher Temperatur eine farblose, ölige Flüssigkeit, deren Geruch an ihr Ortho-Isomer erinnert. Siede-punkt  $242.5-243^\circ \text{C}$  (corr.)

Er ist wie der o-Tolyläthylalkohol in den oben genannten Lö-sungsmitteln löslich, in Wasser dagegen unlöslich.

Das spez. Gewicht beträgt  $d_{\frac{20}{4}} = 1.0127$ ; der Brechungsexponent ist:  $n = 1.5231$ , die Molekularrefraktion  $70.23$  (theor.  $70.6$ ).

Para-Tolyläthylalkohol  $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$  (1:4). Ich erhielt denselben mittels elektrolytischer Reduktion noch im vorigen Jahre <sup>1)</sup>, konnte jedoch wegen unzureichender Menge seine physikalischen Konstanten nicht näher bestimmen.

Er bildet eine ölige, farblose Flüssigkeit, von fast demselben Geruche wie seine oben beschriebenen Isomere. Siedepunkt  $244.5-245^\circ \text{C}$  (corr.).

<sup>1)</sup> K. Kling. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1907, S. 448.



Das Produkt ist in gewöhnlichen Lösungsmitteln (s. o.) löslich, in Wasser unlöslich. Das spez. Gewicht ist  $d_{\frac{20}{4}}^{20} = 1.0177$ . Der Brechungsexponent ist  $n = 1.5271$ , Molekularrefraktion = 70.49 (theor. 70.6).

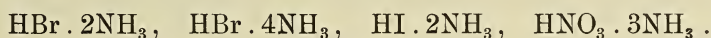
Alle drei Isomere wurden analysiert.

Lemberg. Aus dem chem. Universitätslaboratorium  
des Herrn Prof. Dr. Br. Radziszewski.

---

50. *O solach anormalnych. — Über anormale Salze.* Mémoire de M. A. KORCZYŃSKI, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Salze, in welchen ein Molekül Säure mit einem ionisierbaren Wasserstoffatom zwei oder mehr Moleküle Ammoniak oder eines Amins bindet, führen den Namen anormaler Salze. Werner<sup>1)</sup> verdanken wir die Zusammenstellung aller bisher bekannten Verbindungen von diesem Typus; die Mehrzahl derselben bilden Salze der Amine, Amide und Imide mit Halogenwasserstoffen, wie auch Verbindungen dieser Körper mit Metallchloriden. Darunter finden sich nur folgende anormale Ammoniaksalze<sup>2)</sup>:



Diese Zusammenstellung ist noch dahin zu ergänzen, daß eine Verbindung der para-Nitrobenzoesäure mit zwei Molekülen Ammoniak erhalten wurde<sup>3)</sup>.

Mit einer Systematik von Ammoniak-Additionsprodukten, den sogenannten Ammoniakaten, hat sich bereits Kuriloff<sup>4)</sup> befaßt.

Die Wernersche<sup>5)</sup> Theorie der Nebenvalenzen, heutzutage die einzig maßgebende für die Erklärung des Gebietes der Kom-

<sup>1)</sup> Ber. d. deut. chem. Ges. 36, 148 (1903).

<sup>2)</sup> Compt. rend. 88, 578 (1879); 92, 716 (1881).

Rec. trav. chim. 4, 361 (1885).

Zeitsch. f. ph. Chem. 25, 108 (1898).

<sup>3)</sup> Zeitsch. f. ph. Chem. 48, 298 (1904).

<sup>4)</sup> Chem. Zentralbl. 1905 II 371, 1906 I 1312.

<sup>5)</sup> Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, Braunschweig.

plexsalze, wirft auch ein Licht auf das Wesen der anormalen Salze. Ein Ammoniumsalz wird von Werner bekanntlich auf folgende Weise gedeutet:



wodurch die spezielle Funktion des durch Nebenvalenz mit Ammoniak gebundenen Wasserstoffatoms zum Ausdruck kommen soll.

Die Analogie der Struktur solcher Ammoniak-„Wasserstoffsalze“ und der Ammoniak-Metallsalze offenbart sich in der beiden Verbindungstypen gemeinsamen Fähigkeit, mehrere Ammoniakmoleküle zu binden. Die ersteren bilden die sogenannten anormalen Salze

wie z. B.  $BrH \begin{array}{l} \nearrow NH_3 \\ \searrow NH_3 \end{array}$ , die letzteren dagegen Komplexsalze wie z. B.

$X_2Pt \begin{array}{l} \nearrow NH_3 \\ \searrow NH_3 \end{array}$ . In beiden Fällen werden die Ammoniakmoleküle durch

Nebenvalenzen des Metall-, resp. Wasserstoffatoms gebunden.

Während der Studien über Isomerie in der Nitrophenolreihe habe ich bemerkt, daß manche Körper mehr als ein Molekül Ammoniak binden, obwohl sie nur eine saure Gruppe enthalten. Diese Beobachtungen wurden ganz unabhängig von der erwähnten Untersuchung fortgesetzt, wobei ich sie auf Körper ausgedehnt habe, welche außer einer Hydroxyl- oder Karboxylgruppe verschiedene andere „negative“ Atome und Gruppen und zwar Chlor, Brom, Nitrogruppe enthalten.

Die Beobachtungen wurden bei Zimmer- und bei Nulltemperatur und bei Temperaturen bis  $-19^\circ$  gemacht. Ich bediente mich des Apparates von H. Ley und G. Wiegner<sup>1)</sup>; derselbe wurde mit absolutem Ammoniakgas gefüllt und sowohl für den luftverdünnten Raum des mit Substanz gefüllten Kölbchens wie auch für die Kompression des Gases infolge vorgenommener Abkühlung wurden entsprechende Korrekturen bei der Berechnung der absorbierten Ammoniakmenge gemacht.

Alle Substanzen wurden sehr fein pulverisiert, mit reinem, ausgeglühtem Seesand vermisch und peinlichst über Phosphorpentoxyd (ev. im Vakuum) getrocknet; sie waren vollkommen rein.

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Elektroch., 11, 590 (1905).

## Phenole.

## o-Nitrophenol.

0.1044 g Substanz absorbierten <sup>1)</sup> 17.1 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> (0°,760 mm) = 0.0129 g NH<sub>3</sub>

C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(NO<sub>2</sub>)OH . NH<sub>3</sub> . Berechnet: 10.9% NH<sub>3</sub>

Gefunden: 10.9% NH<sub>3</sub>

## α-Nitro-β-naphthol.

0.0680 g absorbierten 8.1 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> (0°,760 mm) = 0.0061 g NH<sub>3</sub>

C<sub>10</sub>H<sub>6</sub>NO<sub>2</sub>OH . NH<sub>3</sub> . Berechnet: 8.25% NH<sub>3</sub>

Gefunden: 8.23% NH<sub>3</sub>

## p-Nitrophenol.

0.1027 g absorbierten 24.3 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> (0°,760 mm) = 0.0184 g NH<sub>3</sub>

C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>NO<sub>2</sub>OH . 1½NH<sub>3</sub> . Berechnet: 15.5% NH<sub>3</sub>

Gefunden: 15.1% NH<sub>3</sub>

## o-Nitro-p-kresol.

0.1055 g absorbierten 16.6 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> (0°,760 mm) = 0.0126 g NH<sub>3</sub>

C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>NO<sub>2</sub>OH . NH<sub>3</sub> . Berechnet: 10.0% NH<sub>3</sub>

Gefunden: 10.6% NH<sub>3</sub>

Im Kältgemisch bei zirka — 10° wurde ein zweites Molekül Ammoniak absorbiert, welches bei gewöhnlicher Temperatur rasch abgegeben wurde.

0.1055 g absorbierten unter diesen Bedingungen 32.3 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> (0°,760 mm) = 0.0245 g NH<sub>3</sub>

C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>NO<sub>2</sub>OH . 2NH<sub>3</sub> . Berechnet: 18.2% NH<sub>3</sub>

Gefunden: 18.8% NH<sub>3</sub>

## p-Brom-o-nitrophenol.

0.1001 g absorbierten 21.2 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> (0°,760 mm) = 0.0161 g NH<sub>3</sub>

C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>BrNO<sub>2</sub>OH . 2NH<sub>3</sub> . Berechnet: 13.4% NH<sub>3</sub>

Gefunden: 13.8% NH<sub>3</sub>

## Dibrom-o-nitrophenol.

Die Substanz absorbierte bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich träge. Nach 12 Stunden erhielt man folgende Resultate:

0.1008 g absorbierten 8.7 cm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> (0°,760 mm) = 0.0066 g NH<sub>3</sub>

C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>OH . NH<sub>3</sub> . Berechnet: 7.2% NH<sub>3</sub>

Gefunden: 6.1% NH<sub>3</sub>

<sup>1)</sup> Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf Versuche, die bei Zimmertemperatur ausgeführt wurden. Positive Resultate bei tieferer Temp. werden besonders angegeben.



Bei tieferer Temperatur ( $-15^{\circ}$ ) absorbierte sie viel rascher das zweite Molekül Ammoniak.

0·1008 g absorbierten insgesamt  $14\cdot7\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0112\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_2\text{NO}_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $10\cdot2\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $10\cdot0\%$   $\text{NH}_3$

(2,6) Dinitrophenol.

0·1030 g absorbierten  $24\cdot7\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0187\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $15\cdot6\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $15\cdot36\%$   $\text{NH}_3$

Dinitro-p-kresol (Methyl-1-dinitro-3·5-oxy-4-benzen).

0·0998 g absorbierten  $21\cdot8\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0165\text{ g NH}_3$

$\text{C}_7\text{H}_5(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $14\cdot6\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $14\cdot1\%$   $\text{NH}_3$

Bromnitro-p-kresol (Methyl-1-nitro-3-oxy-4-brom-5-benzen).

0·1006 g absorbierten  $19\cdot0\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0144\text{ g NH}_3$

$\text{C}_7\text{H}_5\text{BrNO}_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $12\cdot78\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $12\cdot55\%$   $\text{NH}_3$

p-Bromdinitrophenol (Dinitro-1·3-oxy-2-brom-5-benzen).

0·1020 g absorbierten  $17\cdot0\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0129\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $11\cdot45\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $11\cdot24\%$   $\text{NH}_3$

Pikrinsäure.

0·1055 g absorbierten  $21\cdot0\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0159\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $12\cdot9\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $13\cdot09\%$   $\text{NH}_3$

Tribromphenol.

Um das Zusammenbacken der Substanz infolge der Reaktionswärme zu verhindern und brauchbare Resultate zu bekommen, kühlte ich das die Substanz enthaltende Kölbchen in den ersten paar Stunden mit Eiswasser. Die Absorption war nach 20 Stunden beendet.

0·1007 g absorbierten  $14\cdot4\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0109\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $9\cdot31\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $9\cdot76\%$   $\text{NH}_3$

Trichlorphenol.

Es wurde wie bei Tribromphenol verfahren.

0·1007 g absorbierten  $22\cdot6\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0172\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_3\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $14\cdot6\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $14\cdot58\%$   $\text{NH}_3$

## (2,4) Dinitrophenol (1)

0.1005 g absorbierten  $17.9 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0136 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 1\frac{1}{2}\text{NH}_3$ . Berechnet:  $12.1\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $11.9\% \text{ NH}_3$

## (3,5) Dinitrophenol (1)

0.1003 g absorbierten  $18.1 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0137 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 1\frac{1}{2}\text{NH}_3$ . Berechnet:  $12.1\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $12.0\% \text{ NH}_3$

Kalium- und Natriumsalze obiger Phenole absorbierten unter gleichen Versuchsbedingungen kein Ammoniak, ebenso wie die K- und Na-Salze der Karbonsäuren.

## Andere Phenole.

Mercurihydrat-o-Nitrophenol<sup>1)</sup> (4)  $\text{HO} \cdot \text{Hg} \cdot \text{C}_6\text{H}_3 \begin{cases} \text{OH} (1) \\ \text{NO}_2 (2) \end{cases}$

0.0996 g absorbierten  $6.7 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0051 \text{ g NH}_3$

$\text{HO} \cdot \text{Hg} \cdot \text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)\text{OH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $4.5\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $4.8\% \text{ NH}_3$

Bei  $-10^\circ$  absorbierte die Substanz insgesamt  $12.1 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0092 \text{ g NH}_3$

$\text{HO} \cdot \text{Hg} \cdot \text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $8.73\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $8.5\% \text{ NH}_3$

Mercurihydrat p-Nitrophenol<sup>2)</sup>  $\text{HO} \cdot \text{Hg} \cdot \text{C}_6\text{H}_3 \begin{cases} \text{OH} (1) \\ \text{NO}_2 (4) \end{cases}$

0.0990 g absorbierten  $7.1 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0054 \text{ g NH}_3$

$\text{HO} \cdot \text{Hg} \cdot \text{C}_6\text{H}_3\text{NO}_2\text{OH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $4.5\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $5.1\% \text{ NH}_3$

Bei  $-10^\circ$  absorbierte die Substanz insgesamt  $12.1 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0092 \text{ g NH}_3$

$\text{HO} \cdot \text{Hg} \cdot \text{C}_6\text{H}_3\text{NO}_2\text{OH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $8.73\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $8.5\% \text{ NH}_3$

Beide Mercurihydrate geben bei gewöhnlicher Temperatur das zweite Molekül Ammoniak wieder ab; es wird wahrscheinlich durch Nebenvalezenzen des Quecksilbers gebunden.

<sup>1)</sup> Berichte d. deut. chem. Ges. **39**, 1115 (1906).

<sup>2)</sup> Berichte d. deut. chem. Ges. **39**, 1115 (1906).

**Karbonsäuren.****Benzoëssäure.**

0·0990 g absorbierten  $18\cdot5\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^\circ,760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot01405\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $12\cdot2\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $12\cdot39\%$   $\text{NH}_3$

Auch unter  $-20^\circ$  findet keine weitere Absorption statt.

**Zimmtsäure.**

0·1013 g absorbierten  $15\cdot0\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^\circ,760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0114\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}:\text{CH} \cdot \text{COOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $10\cdot3\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $10\cdot11\%$   $\text{NH}_3$

**o-Nitrobenzoëssäure.**

0·0715 g absorbierten  $8\cdot8\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^\circ,760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0067\text{ g NH}_3$   
( $22^\circ,757\text{ mm}$ )

$\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $9\cdot23\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $8\cdot7\%$   $\text{NH}_3$

**m-Nitrobenzoëssäure.**

0·1009 g absorbierten  $14\cdot0\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^\circ,760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0106\text{ g NH}_3$   
( $24^\circ,757\text{ mm}$ )

$\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $9\cdot23\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $9\cdot5\%$   $\text{NH}_3$

Bei  $0^\circ$  bis  $-15^\circ$  absorbierte die Substanz insgesamt  $26\cdot7\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  =  $0\cdot0203\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2\text{COOH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $16\cdot9\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $16\cdot7\%$   $\text{NH}_3$

Bei gewöhnlicher Temperatur behält die Säure beide Ammoniakmoleküle, oder richtiger gesagt, sie gibt eins mit unmeßbar kleiner Geschwindigkeit ab.

**p-Nitrobenzoëssäure.**

I. 0·0996 g absorbierten  $26\cdot3\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^\circ,760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0199\text{ g NH}_3$

II. 0·0745 g absorbierten  $20\cdot1\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^\circ,760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0153\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)\text{COOH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $16\cdot9\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden: I.  $16\cdot7\%$   $\text{NH}_3$

II.  $17\cdot0\%$   $\text{NH}_3$

Merkwürdig ist die Abstufung zwischen ortho-, meta- und para-Nitrobenzoëssäure.

**(3,5) Dinitrobenzoëssäure (1).**

0·1011 g absorbierten  $10\cdot8\text{ cm}^3\text{ NH}_3$  ( $0^\circ,760\text{ mm}$ ) =  $0\cdot0082\text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{COOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $7\cdot4\%$   $\text{NH}_3$

Gefunden:  $7\cdot5\%$   $\text{NH}_3$



## (2,4) Dinitrobenzoësäure (1).

0.1003 g absorbierten  $19.9 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0150 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{COOH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $13.82\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $13.08\% \text{ NH}_3$

Die vollständige Absorption geht träge von statten; das Kölbchen mit Substanz wurde anfangs mit Eiswasser gekühlt.

## o-Chlorbenzoësäure.

0.1028 g absorbierten  $15.1 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0115 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_4\text{ClCOOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $9.8\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $9.98\% \text{ NH}_3$

Bei  $-15^\circ$  addiert die Säure das zweite Molekül  $\text{NH}_3$ , welches bei gewöhnlicher Temperatur rasch abgegeben wird.

0.1028 g absorbierten bei  $-15^\circ$   $29.1 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0221 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_4\text{ClCOOH} \cdot 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $17.89\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $17.69\% \text{ NH}_3$

## p-Chlorbenzoësäure.

0.0994 g absorbierten  $14.7 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0111 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_4\text{ClCOOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $9.8\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $9.98\% \text{ NH}_3$

## p-Brombenzoësäure.

0.1020 g absorbierten  $11.2 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0085 \text{ g NH}_3$

$\text{C}_6\text{H}_4\text{BrCOOH} \cdot \text{NH}_3$ . Berechnet:  $7.79\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $7.69\% \text{ NH}_3$

Trinitrobenzoësäure. Bildung von Körpern unbekannter Konstitution.

Bei Beginn der Reaktion rötet sich die Säure und verwandelt sich allmählich in eine braunrote Masse. Die Absorption geht bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich langsam von statten und man erhält keine übereinstimmenden Resultate ( $7.5\%$ ,  $8.3\%$  gegen  $6.2\%$ , resp.  $11.68\%$  der Theorie). Der Versuch wurde daher bei  $0^\circ$  ausgeführt.

0.1010 g absorbierten  $33.6 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0255 \text{ g NH}_3$   
(Körper fast schwarz)

Trinitrobenzoësäure  $+4\text{NH}_3$  verlangt:  $20.91\% \text{ NH}_3$

Gefunden:  $20.1\% \text{ NH}_3$

Bei  $+25^\circ$  gab der Körper einen Teil des Ammoniaks ab, und zwar behielt er  $16.3 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^\circ, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0124 \text{ g}$  =  $10.9\% \text{ NH}_3$ , was zwei Molekülen Ammoniak ( $11.68\%$ ) entsprechen würde.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in diesem Falle sich Verbindungen mit Ammoniak bilden, welche auf Veränderung der Struktur des Trinitrobenzoesäure-Moleküls beruhen und nach dem Typus jener Verbindungen konstituiert sind, welche von Van Leent<sup>1)</sup>, V. Meyer<sup>2)</sup>, de Bruyn<sup>3)</sup>, Hantzsch u. Kissel<sup>4)</sup> beschrieben worden sind und welche durch Einwirkung von Alkalien und Erdalkalien entstehen. Um die Sache näher zu verfolgen, habe ich Ammoniak auf Trinitrobenzol und sym.-Trinitrotoluol einwirken lassen. Bei der Temperatur von  $-10^{\circ}$  bis  $-15^{\circ}$  verwandelte sich Trinitrobenzol in eine rotbraune, metallglänzende Kristallmasse, wobei 2 Moleküle Ammoniak absorbiert wurden. Trinitrotoluol bildete bei gleichen Versuchsbedingungen prächtige braunrote Kristalle, welche fuchsinähnlichen Glanz haben.

0.0970 g Trinitrotoluol absorbierten  $18.7 \text{ cm}^3 \text{ NH}_3$  ( $0^{\circ}, 760 \text{ mm}$ ) =  $0.0141 \text{ g NH}_3$

$\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_2 \cdot (\text{NO}_2)_3 + 2\text{NH}_3$ . Berechnet:  $13.0\% \text{ NH}_3$   
Gefunden:  $12.7\% \text{ NH}_3$

Diese Verbindungen unterscheiden sich nicht nur durch ihre Farbe von den oben beschriebenen anormalen Salzen, sondern auch darin, was hauptsächlich in Betracht kommt, daß es mir bis jetzt trotz aller Bemühungen nicht gelang, die ursprünglichen Körper zu regenerieren, während es bei allen als anormale Salze oben beschriebenen Körpern genau wie bei den entsprechenden normalen Salzen leicht und quantitativ gelingt.

Was die Konstitution derartig tiefgefärbter Verbindungen anbelangt, so kennt man eine lange Reihe von verschiedenen „Additionsprodukten“ der Trinitrokörper mit Basen und Aminen<sup>5)</sup> für die man folgende Konstitutionsformeln in Vorschlag bringt<sup>6)</sup>:

1) Da nach Bruni und Berti<sup>7)</sup> Nitroderivate, welche ein Wasserstoffatom in ortho-Stellung zur Nitrogruppe enthalten, in

<sup>1)</sup> Rec. trav. chim. 15, 89 (1896).

<sup>2)</sup> Berichte d. d. chem. Ges. 27, 3158 (1895).

<sup>3)</sup> Rec. trav. chim. 14, 89, 151 (1895).

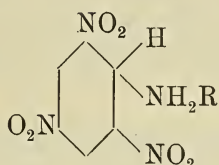
<sup>4)</sup> Berichte d. d. chem. Ges. 32, 3137 (1900).

<sup>5)</sup> Eine genaue Zusammenstellung befindet sich in der Dissertation von E. Sommerhoff, Zürich 1904, in welcher jedoch kein einziges derartiges Ammoniak-„Additionsprodukt“ zu finden ist.

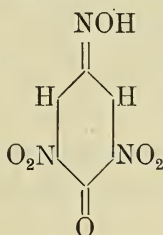
<sup>6)</sup> Vgl. J. Sudborough, J. chem. Soc. 79, 523 (1901).

<sup>7)</sup> Chem. Zentralb. 1900, I. 1258; II. 532.

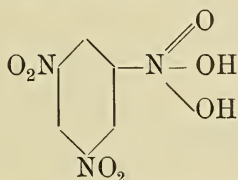
Ameisensäurelösung dissoziiert sind, so ist es möglich, daß Trinitrobenzole sich mit Aminen zu Ammoniumsalzen kombinieren:



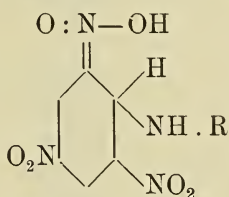
2) Trinitrobenzol reagiert in seiner tautomeren Form und bildet Ammoniumsalze als Dinitroderivat des Chinonoxims:



3) Die Nitrogruppe lagert sich mit Alkali in eine freie Nitronsäure um (Hantzsch und Kissel<sup>1)</sup>):



4) Die Verbindungen besitzen eine Chinonstruktur im Sinne der von Jackson<sup>2)</sup> geäußerten Auffassung:



Da Hepp<sup>3)</sup> durch Behandlung von  $\gamma$ -Trinitrotoluol (bei Trinitrobenzol konnte er außer Ammoniumnitrit keine definierbare Ver-

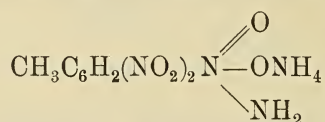
<sup>1)</sup> a. a. O.

<sup>2)</sup> Americ. J. 19, 199; 23. 376; 27, 120.

<sup>3)</sup> Ann. d. Chem. 215, 372 (1882).



bindung erhalten) mit alkoholischem Ammoniak 4-6-Dinitro-3-toluidin und Ammoniumnitrit erhielt und da folglich die von mir erhaltenen Verbindungen eine Art von Zwischenprodukten bilden würden, scheint mir die der Formel 3) analoge Deutung z. B.:



für diesen Fall die geeignetste zu sein.

(Erwähnt möge noch werden, daß  $\beta$  und  $\gamma$ -Trinitrotoluol durch flüssiges Ammoniak blau gefärbt werden).

Die für die Folgerungen wichtigsten Ergebnisse sind in der unten angegebenen Tabelle zusammengestellt:

	Affinitätskonstante <sup>1)</sup> K	Anzahl der gebundenen Ammoniakmoleküle
I. Dibrom-o-nitrophenol	—	2
II. Bromnitro-p-kresol	—	2
III. Dinitro-p-kresol	—	2
IV. 2,6 Dinitrophenol	0·0174	2
V. 2,6 Dinitro-4-bromphenol	—	2
VI. Trinitrophenol	?	2
VII. Tribromphenol	—	2
VIII. Trichlorphenol	100 · 10 <sup>-7</sup> (bei 25°)	2
IX. 2,4 Dinitrophenol	0·0080	1½
X. 3,5 Dinitrophenol	—	1½
XI. Benzoësäure	0·0060	1
XII. Zimmtsäure	0·00355	1
XIII. o-Nitrobenzoësäure	0·888	1
XIV. p-Nitrobenzoësäure	0·0396	2
XV. m-Nitrobenzoësäure	0·0345	2

<sup>1)</sup> Zeitsch. f. ph. Chem. 3, 259, 418 (1889).

Zeitsch. f. ph. Chem. 6, 296 (1890); 14, 111 (1894).

Ber. d. d. chem. Ges. 32, 3006 (1899).

Sitzungsber. d. krak. Ak. d. Wiss. 44, 158.

Journ. d. Chim. phys. 3, 393 (1905).

Auf Grund der oben angeführten Tatsachen darf man wohl folgende Schlüsse ziehen:

1. Viele Säuren sind zur Bildung von anormalen Ammoniaksalzen, wenn nicht bei gewöhnlicher, so doch bei tieferer Temperatur fähig.

2. Die Fähigkeit der Bindung einer größeren Anzahl von Ammoniakmolekülen ist auf die Betätigung der Nebenvalenzen des Wasserstoffs zurückzuführen; die Anwesenheit gewisser Atome wie des Chlors, Broms, sowie der Nitrogruppe, im Molekül der zyklischen Karbonsäuren und Phenole kann die Betätigung von Nebenvalenzen auslösen.

Körper ohne Hydroxyl oder Karboxyl wie Trinitrobenzol, Trinitrotoluol oder solche Verbindungen wie Trinitrobenzoesäure, die an und für sich mit Basen tiefgefärbte Additionsverbindungen liefern, bilden auch mit Ammoniak (unter geeigneten Bedingungen) Additionsprodukte. Diese gehören aber einer anderen Klasse von Verbindungen an als die anormalen Salze, da sie durch tiefer greifende Veränderung der Molekülstruktur zustande kommen.

3. Auch die Stellung, welche die erwähnten aktivierenden Gruppen im Molekül einnehmen, hat einen großen Einfluß auf die Betätigung der Wasserstoff-Nebenvalenzen. Bei Phenolverbindungen scheint die gleichartige Besetzung der beiden ortho-Stellungen — unabhängig von der gleichzeitigen Besetzung der para-Stellung — einen größeren Einfluß auf die Bildung von anormalen Ammoniaksalzen zu haben als die dimeta- und ortho-para-Stellung. (Vgl. III—VIII und IX, X).

4. Die Stärke der Säuren hat keinen Einfluß auf die Bildung obiger Salze. (Vgl. z. B. VI, VIII, XI; XIII, XIV, XV).

Die zwei letzten Tatsachen erinnern an die bekannten, auf anderem Gebiete gemachten Erfahrungen, und zwar an den Mangel an Abhängigkeit zwischen der Stärke der Säuren und der Esterifizierungsgeschwindigkeit und der Verseifungsgeschwindigkeit wie auch an die Schwierigkeit, mit welcher die Esterifizierung der zyklischen, diorthosubstituierten Säuren, die Verseifung der analog konstituierten Nitrile etc. verbunden ist. Dieser Schwierigkeit würde hier die größte Leichtigkeit der anormalen Salzbildung entsprechen.

Beim Sichten der bei Nitrophenolen erhaltenen Resultate folgte ich der Formulierung der Umlagerungstheorie nur aus diesem

Grunde nicht, weil es nicht bekannt ist, mit welcher Nitrogruppe bei Polynitrophenolen der Hydroxylwasserstoff sich umlagert.

51. *Jodowe pochodne strychniny i brucyny. — Jodderivate des Strychnins und Brucins.* Mémoire de MM. **J. BURACZEWSKI** et **T. KOŹNIEWSKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Aus den bisherigen Untersuchungen über die Einwirkung des Chlors, resp. des Broms auf Strychnin und Brucin geht hervor, daß sich in diesen Alkaloiden ein, zwei und sogar drei Wasserstoffatome durch Chlor, resp. Brom substituieren lassen. Es sind nämlich bis jetzt Monochlor-<sup>1)</sup> und Monobromstrychnin<sup>2)</sup>, Dichlor-<sup>3)</sup> und Dibromstrychnin<sup>4)</sup> und Trichlorstrychnin<sup>5)</sup> beschrieben worden. Brucin wird sowohl unter der Einwirkung des Chlors, als auch des Broms leicht oxydiert und deswegen kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, daß die in diesbezüglicher Literatur beschriebenen Verbindungen: Mono-, Di- und Tribrombrucin und Dichlorbrucin einheitliche chemische Individuen sind.

Jodderivate der freien Strychninbasen sind bis jetzt nicht erhalten, resp. nicht beschrieben worden. Bei den Strychnin-(Brucin-)Salzen<sup>6)</sup> findet man auch die sogenannten Perjodide:  $C_{21}H_{22}N_2O_2HJ \cdot J_2$  und  $C_{23}H_{26}N_2O_4HJ \cdot J_2$ , die unter der Einwirkung von Jod auf die jodwasserstoffsäuren Salze des Strychnins (Brucins) entstehen. Diese Körper beschreibt schon Bouchardat, genauer aber Jörgen-

<sup>1)</sup> Laurent: Ann. Chem. Pharm. **69**, 1849.

Richet u. Bouchardat: C. R. **91**, 990, 1880. Jahresber. Chem. **996**, 1880.

<sup>2)</sup> Shenstone: Journ. Chem. Soc. **47**, 140, 1885. Ber. d. chem. Ges. (Ref.) **18**, 193. 1885.

Beckurts: Ber. d. chem. Ges. **18**, 1236, 1885.

Loebisch u. Schoop: Mon. f. Chemie **6**, 885, 1885.

<sup>3)</sup> Richet u. Bouchardat: a. a. O.

<sup>4)</sup> Beckurts: a. a. O.

<sup>5)</sup> Richet u. Bouchardat: a. a. O.

Stöhr: Journ. prakt. Chem. [2] **42**, 412, 1890. Ber. der deut. chem. Ges. **20**, 814, 1887.

<sup>6)</sup> Brühl, Hjelt u. Aschan: Die Pflanzenalkaloide.

Roscoe-Schorlemmer: Lehrbuch der Chemie, VIII. B., S. 257.

Beilstein: III. B., III. Aufl., S. 936, 945.



sen<sup>1)</sup>. Sie werden von dem letzteren zusammen mit den Perjodiden anderer Alkaloide, wie Morphin, Narkotin etc., die nach derselben Methode erhalten werden, als Verbindungen beschrieben, in denen zwei J-Atome nur lose mit dem jodwasserstoffsäuren Salz des Strychnins (Brucins, etc.) gebunden sind, ohne das Molekül dieser Alkaloide stärker anzugreifen. Die vom kristallographischen und optischen Standpunkte höchst interessanten Untersuchungen Jörgensens lassen die chemische Struktur dieser Perjodide fast ganz unberücksichtigt. Die betreffenden Analysen sind auch noch nicht als abgeschlossen zu betrachten.

### Jodierung der freien Strychninbasen.

Die von uns angewandte Methode besteht in der Einwirkung einer ziemlich konzentrierten CS<sub>2</sub>-Jodlösung auf eine heiße alkoholische Lösung einer dieser Basen.

Bei dieser Einwirkung entstehen sofort einheitliche kristallinische Körper, die in einem Molekül einer Alkaloidbase je zwei Atome Jod enthalten; die Ausbeute ist dabei nahezu quantitativ. Die Eliminierung des Jods und die Regenerierung der freien Base vollzieht sich rasch und leicht unter Einwirkung einer alkoholischen KOH-, resp. NaOH-Lösung (wäßrige Alkalien wirken nicht ein).

**Dijodstrychnin.** Das kristallinische Kahlbaum'sche Strychnin wird in kochendem 96-gradigem Alkohol bis zur Sättigung gelöst, rasch filtriert und mit ziemlich konzentrierter CS<sub>2</sub>-Jodlösung unter starkem Umrühren portionsweise versetzt. In dem Maße, wie Jod zugesetzt wird, fallen kleine, aber schwere, scharlachrote Kriställchen nieder.

Diese werden, nachdem genügend Jod zugesetzt ist und der Alkohol vom überschüssigen Jod rotbraun gefärbt wird, noch heiß auf ein gehärtetes Filter gebracht, mit kaltem Alkohol gut gewaschen, ausgepreßt und an der Luft getrocknet. Der Körper kann auch in einem Lufttrockenschrank getrocknet werden, in dem er sogar bei 105°C längere Zeit gehalten, einmal trocken, an Gewicht keinen Verlust erleidet. Gepulvert hat der Körper das Aussehen und die Farbe eines zerriebenen Ziegelsteines. Der Schmelzpunkt,

<sup>1)</sup> Journal f. prakt. Chemie [2] 2. S. 434. 1870.

Journal f. prakt. Chemie [2] 3. S. 186, 159, 1871.

bestimmt in verschiedenen Präparaten desselben Körpers, ergibt sich zu 196—197° C.

In Wasser und wäßrigen Alkalien wird der Körper fast gar nicht gelöst, ebenso wenig in gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln, wie Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol etc.

Mit Alkohol andauernd gekocht, färbt er denselben kirschrot-violett; aus dem so gefärbten Alkohol scheiden sich bei längerem Stehen dunkle, harte Kristalle mit violetter Nuance aus, die aber vollständig von den früheren verschieden sind. Ihr Schmelzpunkt beträgt 253°.

Es kann hier also keine Rede von dem eigentlichen Umkristallisieren sein.

Da die mehrfach nach der oben angeführten Methode erhaltenen Präparate immer einen und denselben Schmelzpunkt (196—197° C) besaßen und unter dem Mikroskop sich als ein einheitlicher Körper ohne irgend welche fremde Beimengungen entweder von kristallinischer oder amorpher Natur erwiesen haben, ferner da die verschiedenen Präparate dieses Körpers immer in gleicher Weise auf dieselben Einwirkungen reagierten, wurde deshalb von Versuchen, diesen Körper durch Kristallisation zu reinigen, abgesehen und die Elementaranalyse desselben ohne weiteres ausgeführt.

Die Ergebnisse dieser Analyse sind folgende:

0.2017 g Substanz gaben 0.311 g CO<sub>2</sub> und 0.0811 H<sub>2</sub>O  
 0.2164 g Substanz gaben 9.2 cm<sup>3</sup> N (t=17° C, p=752 mm)  
 0.1772 g Substanz gaben 0.1418 g AgJ.

Gefunden	Berechnet nach der Formel C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> J <sub>2</sub>	Berechnet nach der Formel C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> J <sub>2</sub>
C — 42.05%	C — 42.85%	C — 43.00%
H — 4.5 „	H — 3.78 „	H — 3.45 „
N — 4.88 „	N — 4.78 „	N — 4.78 „
J — 43.23 „	J — 43.15 „	J — 43.31 „

Aus den angeführten Analysenresultaten geht hervor, daß der untersuchte Körper ein Dijodstrychnin ist.

Zur Zeit wollen wir noch die Frage, ob der untersuchte Körper ein Dijodadditionsprodukt nach der Formel C<sub>21</sub>H<sub>22</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>J<sub>2</sub>, oder ein

Substitutionsprodukt nach der Formel  $C_{21}H_{20}N_2O_2J_2$  ist. unbeantwortet lassen und das Resultat unserer weiteren Untersuchungen abwarten.

**Dijodbrucin.** Durch Einwirkung einer  $CS_2$ -Jodlösung auf eine heiße alkoholische Lösung des Brucins wird ein dem vorhergehenden ganz analoges Produkt erhalten. Der in diesem Falle zum Vorschein kommende Körper besteht aus leichten zimtfarbenen seidenglänzenden Kriställchen. Unter dem Mikroskop im durchgehenden Lichte stellen sie sich in Form von gelben Täfelchen vor.

Ihr Schmelzpunkt ist  $222.5^\circ C$ .

Die chemischen Eigenschaften dieses Körpers, dessen Verhalten in Lösungsmitteln, sind denen des Dijodstrychnins sehr ähnlich. Die Elementaranalyse dieses bei  $100^\circ C$  längere Zeit getrockneten Körpers hat folgende Resultate ergeben:

0.1713 g Substanz gaben 0.266  $CO_2$  und 0.0666  $H_2O$

Gefunden	Berechnet	Berechnet
	nach der Formel $C_{23}H_{26}N_2O_4J_2$	nach der Formel $C_{23}H_{24}N_2O_4J_2$
C — 42.29%	C — 42.59%	C — 42.72%
H — 4.35 „	H — 4.05 „	H — 3.75 „

Der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt dieses Körpers stimmt somit ganz gut entweder mit der Formel  $C_{23}H_{26}N_2O_4J_2$  oder  $C_{23}H_{24}N_2O_4J_2$  überein. Dijodbrucin ist ein stabiler, gegen Einwirkung von Mineralsäuren, wäßrigen Alkalien und längeres Erwärmen bei  $100^\circ$  sehr widerstandsfähiger Körper.

Gepulvert und getrocknet zieht er begierig Feuchtigkeit an und nimmt an Gewicht zu. Es genügt aber ein kurzes Trocknen im Wassertrockenschranke oder längeres in einem Exsikkator über Schwefelsäure, um das frühere Gewicht wieder zu erhalten.

C- und H-Bestimmung in den bisher angeführten Körpern wurde in einer mit  $CuO$  gefüllten Röhre ausgeführt; es wurde eine reduzierte Cu-Spirale und eine Ag-Spirale verwendet. Die Substanz wurde in einem Porzellanschiffchen abgewogen, jedoch mit  $CuO$  nicht gemischt, damit die Verbrennung besser beobachtet werden könnte. Es wurde sowohl bei Dijodstrychnin als auch bei Dijodbrucin eine langsame Oxydation der Substanz nebst einer ruhigen langsamen Jodausscheidung konstatiert. Gegen Ende der Analyse



muß der hintere Teil der Verbrennungsröhre sehr stark erhitzt und ein starker Sauerstoffstrom hindurchgeführt werden. Im Gegenfalle bekommt man zu wenig Kohlenstoff.

Außer den bisher angeführten Dijodderivaten des Strychnins und Brucins haben wir noch nach der nachstehenden Methode jodreichere Körper erhalten.

Wenn Dijodstrychnin andauernd mit Alkohol gekocht wird, so erleidet es eine teilweise Zersetzung, indem sich Alkohol kirschrot-violett färbt. Nach dem Filtrieren und Erkalten scheiden sich aus diesem Alkohol beim Stehen dunkle, rubinrote, harte Kriställchen aus, die nach dem Waschen mit Alkohol und Äther bei 253—254° schmelzen.

Auf eben dieselbe Weise haben wir aus Dijodbrucin rubinähnliche Kristalle erhalten, die bei 251—252° schmelzen. Bei der Darstellung der genannten Körper wird sehr viel von Dijodstrychnin, resp. Brucin verbraucht.

Die Analyse eines aus Dijodstrychnin erhaltenen Präparates ergab folgende Resultate:

0.1904 g Substanz gaben 0.2420 CO<sub>2</sub> und 0.060 H<sub>2</sub>O <sup>1)</sup>

0.1810 g Substanz gaben 0.1775 AgJ.

Gefunden	Berechnet nach der Formel
	C <sub>21</sub> H <sub>23</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> J <sub>3</sub>
C — 34.99%	C — 35.19%
H — 3.53 „	H — 3.24 „
J — 52.98 „	J — 53.17 „

Das Ergebnis der Analyse, nämlich die Feststellung der Anwesenheit von 3 Atomen Jod in einem Molekül der Strychninbase hat uns veranlaßt, einen Vergleich des erhaltenen Körpers mit dem entsprechenden Superjodid Jörgensens, der ihm die Formel C<sub>21</sub>H<sub>22</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>HJ · J<sub>2</sub> zuschreibt, anzustellen.

In der Originalarbeit des dänischen Gelehrten, Journ. f. prak. Chemie 2. S. 156, finden wir indessen keine analytischen Daten, ja nicht einmal die Schmelzpunkte seiner Präparate, sondern nur kristallographische Daten.

<sup>1)</sup> Die Bestimmung des C und H wurde wie die früheren ausgeführt; die J-Bestimmung nach Carius.

Deshalb haben wir dieses Perjodid nach Jörgensens Vorschrift erhalten, indem wir mit einer Lösung von Jod in Jodkalium auf eine alkoholisch wäßrige Lösung von salzsaurem Strychnin einwirkten.

Dieses Perjodid ergibt nach dem Umkristallisieren aus 96-gradigem Alkohol den Schmelzpunkt  $253^{\circ}$ , welcher somit identisch ist mit dem Schmelzpunkt unseres aus Dijodstrychnin erhaltenen rubin-ähnlichen Körpers.

Im weiteren werden wir noch zur Aufklärung des Verhältnisses unserer Trijodderivate zu den Perjodiden Jörgensens zurückkehren. Vor allem aber werden wir unsere Aufmerksamkeit den Dijodderivaten, der Einwirkung einer alkoholischen Lösung des Cyankaliums auf dieselben und der Jodierung des Methylstrychnins zuwenden.

Krakau, den 5. Juli 1908.

52. *Discomycetum species novae tres*. Note de M. **CASIMIR ROUPPERT** présentée par M. Ed. Janczewski m. t.

**Sphaerosoma Janczewskianum** n. sp.

S. subgloboso-discoideum, solidum, fuscum, sporidiis hyalinis, echinulatis, ascis cylindraceis.

Fungillus epigeus, luteo-brunneus, levis, tener, mollis, solidus, subgloboso-discoideus, 2—5 mm latus, cum basi solito latiore, rhizoidiis arenae immixtis instructa. Moles e stratis duobus compositae dissimilibus: inferiore, scilicet basi, tenero, pseudoparenchymatico cellulis confertis, et superiore, sive hymenio. Ascomata hyphis brunneis sive periphysibus 8—10  $\mu$  crassis, hymenium cingentibus circumdata, ascis cylindraceis, apice applanatis, jodo non coerulescentibus, parallelis, octosporis, 220—270  $\mu$  longis, 18—20  $\mu$  latis, paraphysibus multo longioribus, parte apicali superficiem hymenii formantibus, 300—320  $\mu$  longis, 4  $\mu$  latis, ad apicem 6—8  $\mu$  latis, luteo guttulatis. Sporae sphaericae, vix ellipticae, echinulatae, hyalinae, monostichae, 20—22  $\mu$  longae, 18—20  $\mu$  latae, echinulis 1—2  $\mu$  longis.

Habitat in terra arenosa humida prope fontem inter gramina et muscos ad Raciążek, prope Ciechocinek ad Vistulam (Polonia). Sub

finem Augusti 1907 lectum una cum exemplis fungilli eiusdem generis: *Sphaerosomatis echinulati* Seaver.

Species haec propter sporidia echinulata *Sphaerosomati echinulato* Seaver proxima est; reliquae species generis *Sphaerosoma* Klotzsch sporidia non echinulata habent. A *Sphaerosomate echinulato* Seav. species nostra differt fabrica coloreque ascomatum, ascis cylindraceis (*Sph. echinulati* asci subclavati sunt), sporidiis minoribus, echinulis brevioribus, paraphysibus brevioribus et tenuioribus, guttulatis, periphysibus. Duae sunt itaque generis *Sphaerosoma* species sporis echinulatis: *Sph. echinulatum* Seaver et *Sph. Janczewskianum* n. Sporidia non echinulata sed verrucosa vel reticulato-echinata habent: *Sphaerosoma ostiolatum* Tul., *Sph. fragile* Hesse, *Sph. fuscescens* Klotzsch; *Sph. fusciscentis* ascomata maiora sunt, *Sph. fragilis* maiora et excavata, *Sph. ostiolati* maiora et excavata et ostiolata. Tres sunt species ascomatibus solidis: *Sph. fuscescens*, *Sph. echinulatum*, *Sph. Janczewskianum*; ascomata excavata *Sph. fragile* et *Sph. ostiolatum* habent.

Speciem hanc novam Praeceptoris nostro dedicamus.

**Lachnea Chełchowskiana** n. sp.

Ascomata sessilia, dispersa vel gregaria, 5—6 mm lata, interdum per paria inter se coniuncta et gemellis similia, superficie hyemenii brunneo-lutea, pilis brunneo-luteis, septatis, 240  $\mu$  longis, 4—6  $\mu$  latis circumdata, ascis cylindraceis obtusis, octosporis, 130—160  $\mu$  longis, 12—14  $\mu$  latis, jodo non coerulescentibus, paraphysibus filiformibus, hyalinis, 2—3  $\mu$  crassis, sporidiis ellipticis, hyalinis, 16—18  $\mu$  longis, 8—12  $\mu$  latis.

Habitat in terra argillacea ad Raciążek prope Ciechocinek (Polonia); exeunte Augusto 1907 lecta.

Species haec a *Lachnea cinerella* Rehm, cui proxima est, differt ascomatibus maioribus, ascis minoribus, pilis longioribus sed minus crassis, colore hyemenii atque excipuli.

Memoriae mycologi Polonici Stanislai Chełchowskii dedicatur.

**Cubonia Niepołomicensis** n. sp.

Fungillus argenteo-albus, 0.5—1 mm latus, strato pseudoparenchymatico, ascis cylindraceis, octosporis, 140—180  $\mu$  longis, 24  $\mu$  latis, paraphysibus filiformibus longioribus, sporidiis perfecte sphaericis, 12—15  $\mu$  diametro aequantibus, hyalinis, dein paululo liliaceis, verrucosis.



In fimo canino, mense Februario 1908 in silva Puszcza Niepolomska dicta prope Cracoviam lecto, speciem hanc una cum *Rhy-parobio albido* Boud. et *Thelebolo stercoreo* Tode educavi in Laboratorio botanico Universitatis Jagellonicae.

*Cuboniae* tres ad hoc tempus descriptae his rebus differunt a specie nostra: *Cubonia bruchyasca* (March.) Sacc., quae etiam in fimo canino habitat, ascomata pilosa, minora, ascos 40—45  $\mu$  longos, 19—21·5  $\mu$  latos, sporidia 8·8—9·2  $\mu$  diametro aequantia habet; *Cuboniae Boudieri* (Remy) Sacc., quae ut insequens finum cuniculorum incolit, asci late cylindraceo-clavati sunt, *Cubonia dentata* Boud. margine ascomatum dentato insignis est.

Professori nostro Dri Eduardo Janczewski et Dri Rehm, qui in speciebus his determinandis et describendis auxilio nobis fuerunt, gratias maximas agimus.

53. *Nowe ułatwienie w badaniach mikroskopowych i mikrofotografii stereoskopowej (stolik wahający się). — Nouveau moyen pour faciliter les observations microscopiques et la microphotographie stéréoscopique (platine-balance).* Note de M. F. KAMIENSKI m. t.

On sait que, pour obtenir une image stéréoscopique vraie, une condition est indispensable: c'est la combinaison de deux photographies stéréoscopiques prises de deux côtés du même objet vu sous un certain angle. De pareilles photographies s'obtiennent de deux manières: il faut ou bien construire un microscope à deux tubes, ce qui permet d'obtenir à la fois deux photographies stéréoscopiques, ou il faut appliquer le microscope à un tube qui photographie l'objet donné deux fois de suite de deux côtés.

Il est plus simple d'adapter aux microphotographies stéréoscopiques le microscope à un tube, laissant le tube toujours à la même position, mais inclinant à droite et à gauche l'objet observé sur une platine d'une construction appropriée. La construction de la platine-balance dont on se servait jusqu'à présent est très compliquée et présente beaucoup de difficultés. Ces difficultés se laissent écarter très facilement. Ils ne faut que perfectionner la construction de la platine-balance. Comme j'ai beaucoup réfléchi sur la réalisation d'une vraie microphotographie stéréoscopique, indépendamment des ex-

périences et des essais fait par d'autres, j'eus l'idée de construire une platine-balance qui me donna de brillants résultats même avec de forts grossissements. La platine-balance donnerait cependant de meilleurs résultats si elle était fixée directement au statif et j'espère qu'à l'avenir on construira des statifs spéciaux pour les microscopes à platine-balance. La platine-balance fixée à un statif a cet avantage sur les platines connues jusqu'à présent qu'elle n'exige pas de corrections, souvent difficiles, toujours absorbantes. Car si les parties du microscope sont toujours posées avec exactitude afin que l'axe optique du tube se croise avec l'axe horizontal autour duquel oscille la platine-balance et qui passe par le centre de l'objet observé, d'autres corrections sont superflues. L'emploi constant du porte-objet d'une épaisseur fixe, d'un millimètre par exemple, écarte toutes les corrections concernant son épaisseur. Enfin, l'emploi d'une vis micrométrique conforme aux balancements de la platine supprime tous les tremblements et les irrégularités des balancements des platines de constructions différentes.

La forme la plus commode de la platine-balance est ronde, tournant autour de l'axe optique du microscope. Une platine pareille permet de tourner la préparation observée, sans la déplacer sur la platine, si l'objet se trouve dans le centre du champ du microscope. Cette platine vue d'en haut est représentée sur la fig. 1. Elle se compose d'un anneau, *DD*, dans lequel se trouve un disque rond *BB*, avec une ouverture *F* ronde découpée au milieu pour laisser passer les rayons de lumière. Dans cette ouverture on peut fixer un verre avec une lentille hémisphérique *L* collée au centre du verre en dessous. C'est cette lentille qui supprime l'aberration. Le disque s'appuie sur l'axe qui passe par le centre du champ du microscope et est fixé par ses deux bouts à deux petits manchons *CC* sur l'anneau extérieur *DD*. Le disque oscille à droite et à gauche sur son axe qui se continue à travers le centre de la vis micrométrique du microscope *G*. Ses déflexions s'opèrent à l'aide de la vis micrométrique tangente *E*, placée dans l'anneau extérieur de la platine. Cette vis tourne à l'aide du bouton qui porte des divisions égales. Lorsqu'on tourne le bouton d'un côté ou de l'autre, le plan du disque s'incline à droite ou à gauche jusqu'à un certain angle avec l'horizon. On peut indiquer l'angle d'inclinaison à l'aide des divisions du bouton. Celles-ci sont calculées de manière qu'un pas de vis corresponde à trois degrés d'inclinaison.

La fig. 2, qui représente la platine-balance dans sa coupe transversale à la ligne *DD* de la fig. 1, indique comment se font les balancements. On y peut aussi observer que l'anneau *DD* est bien plus

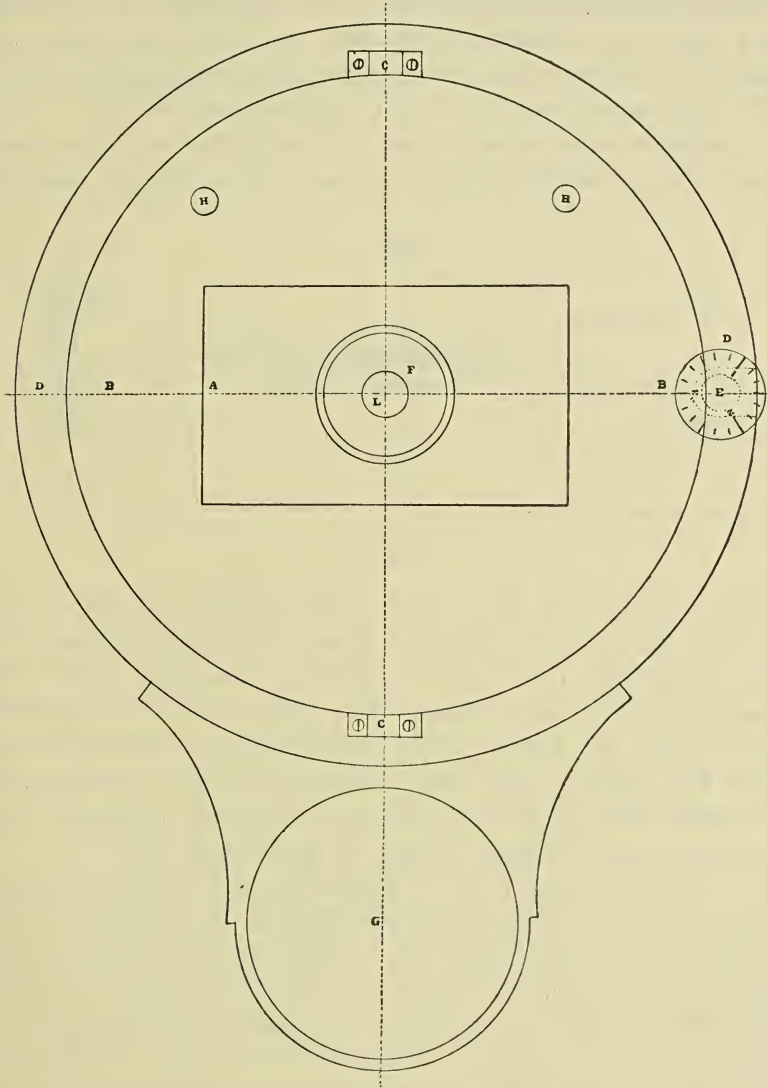


Fig. 1.

épais que le disque *BB*, dont l'épaisseur n'est que de 2 mm. Cette épaisseur insignifiante, mais cependant tout à fait suffisante pour la platine du microscope, est due à cette circonstance qu'il est in-



dispensable de laisser un espace libre aux balancements du disque qui n'auraient pu avoir lieu si l'anneau et le disque étaient de la même épaisseur. Comme la figure l'indique, le disque, en s'inclinant et en prenant la position  $B'B'$ , a une amplitude de  $9^\circ$  en comptant à partir de la position horizontale. Il jouit de la même amplitude en s'inclinant dans la direction opposée jusqu'à la position  $B''B''$ . En somme, le disque décrit une amplitude de  $18^\circ$ .

Le point le plus important est la construction de l'axe autour duquel le disque oscille. Afin de pouvoir tourner l'objet observé et

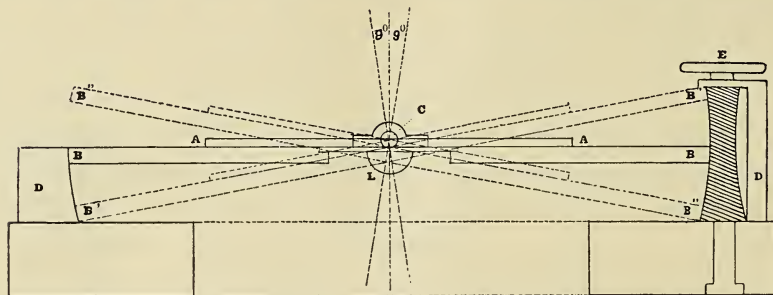


Fig. 2.

l'étudier à droite et à gauche, il est indispensable que l'axe du disque passe par le centre de l'objet observé. Comme l'objet se trouve sur le porte-objet  $AA$ , l'axe doit passer par son plan. Il faut donc se servir pour la platine-balance d'un porte-objet d'une épaisseur fixe d'un mm. La fig. 2 indique précisément que l'axe du disque, qui est fixé par les deux bouts à deux manchons  $CC$  qui reposent sur l'anneau  $DD$ , passe d'un millimètre au-dessus du plan du disque, c'est-à-dire au-dessus du plan du porte-objet  $AA$ .

Si l'on veut observer sur la platine-balance un objet à fort grossissement ou bien en faire une photographie stéréoscopique, il faut le placer, comme préparation, sur le porte-objet à l'endroit où l'axe optique du microscope se croise avec l'axe sur lequel la platine oscille. Dans ce but, il faut placer à la main le porte-objet avec la préparation sur la platine, de sorte qu'il se trouve au milieu du champ visuel. Ceci se fait à un faible grossissement. Ensuite, à l'aide de deux valets qui se trouvent dans les ouvertures  $HH$ , il faut fixer le porte-objet à la platine. Les valets ne doivent pas presser le porte-objet contre la platine, afin qu'on puisse le déplacer facilement sur celle-ci. Puis on pose la surplatine à chariot mobile et on la fixe

à la colonne du microscope afin qu'elle embrasse le porte-objet sans le bouger. On change le grossissement, p. ex. on prend un objectif à immersion, et à l'aide de deux verniers on fixe la préparation juste au centre du champ du microscope, c'est-à-dire aux croisements des deux axes surmentionnés. Cela fait, on ôte doucement la surplatine et ce n'est qu'alors qu'on peut faire fonctionner librement la vis micrométrique *E* qui sert aux balancements de la platine. En tournant le bouton de la vis à droite et à gauche, le disque de la platine s'incline d'un côté et de l'autre tandis que l'objet observé, qui se trouve fixé à la même place, tourne sur son axe horizontal, en prenant la position qui facilite l'observation de l'objet non seulement d'en haut, mais aussi des deux côtés. L'application de la surplatine à chariot mobile est superflue lorsqu'on a l'habitude de se servir de la platine-balance.

L'application de la platine-balance à la microphotographie stéréoscopique résout tout de suite ce problème, car à l'aide de la platine-balance on peut obtenir deux véritables photographies stéréoscopiques à un assez grand angle de vue qui atteint 18°. Dans ce but on photographie la préparation, qui se trouve sur la platine-balance, dans la position inclinée vue de côté et on obtient la première microphotographie. Puis, à l'aide de la vis tangente, on incline la même préparation avec la platine-balance vers le côté opposé, et on obtient une seconde photographie. On colle ces deux photographies sur un carton dont on se sert habituellement pour les photographies stéréoscopiques et on obtient une vraie photographie stéréoscopique. L'impression du relief est complète. En employant l'immersion  $\frac{1}{12}$ " de Zeiss on peut incliner la platine-balance sans difficulté d'un côté et de l'autre jusqu'à 6°.

En pratique, même en se servant de forts grossissements, l'aberration est insignifiante. Pour l'éliminer totalement, on pose sur la platine-balance un verre rond à la surface inférieure duquel est collée une lentille hémisphérique qui sert à éliminer l'aberration et remplace en même temps un appareil d'éclairage. Si cette lentille était superflue, on pourrait la retirer de l'ouverture (fig. 1) avec le verre. Cette lentille hémisphérique est désignée par la lettre *L* sur les deux figures.

La maison C. Reichert à Vienne fabrique actuellement des statifs à platine-balance.

---

54. *Wpływ warunków zewnętrznych na sposób owocowania u Zygorhynchus Moelleri Vuill. — Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Fruchtform bei Zygorhynchus Moelleri Vuill.* Mémoire de M. PIERRE WIŚNIEWSKI, présenté par M. M. Raciborski m. c.

Im Juli 1907 wurde von Prof. Dr. M. Raciborski in Dublany bei Lemberg aus der Gartenerde ein Mucor mit reichlicher Bildung von Zygosporen isoliert, die wahrscheinlich wie bei Mucor heterogamus Vuill. (9), Absidia robusta Rac. (6 a), Diceranophora Schröter (8) durch Verbindung zweier ungleicher Gameten entstehen. Auf Grund der Größenverhältnisse der Zygosporen, der Größe und der Sporen, sowie der Größe der größeren Gameten unmittelbar vor dem Stadium der Verbindung beider Gameten wurde der Mucor von mir als identisch mit Zygorhynchus Moelleri Vuill. erkannt, der in Deutschland in Eberswalde 1903 aus einem Kieferwurzel-pilz von A. Möller (5) isoliert und von P. Vuillemin (9) unter obigem Namen beschrieben wurde. Nach Blakeslee (1) ist der Mucor bereits 1884 auf Brot im Laboratorium zu Harvard gefunden, später noch öfters in amerikanischen Laboratorien aus dem Boden isoliert worden. Wie O. Hagem (3) mitteilt, wurde er ebenfalls in Norwegen im Boden gefunden.

Bei Zyg. Moelleri wachsen ebenso wie bei Mucor heterogamus Vuill. beide Kopulationsausläufer meist aus derselben Hyphe heraus. Es kommt indes, wie bereits Blakeslee konstatiert hat, vor, besonders auf Nährmitteln, die an organischen Nährstoffen reich sind und auf denen der Mucor dicht wächst, daß beide Kopulationsausläufer aus besonderen Ausläufern desselben Myceliums entstehen. Da die Zygosporen bei anderen Mucorineen verhältnismäßig selten, bei Zygorhynchus Moelleri beinahe auf jedem Nährmittel reichlich entstehen und sich ziemlich schnell entwickeln <sup>1)</sup>, bietet der Mucor ein bequemes Mittel zum Studium der Bedingungen, in denen die Fruchtformen, Sporangien und Zygosporen entstehen. Auf Veran-

<sup>1)</sup> Auf 2% Agar + 0.25% MgSO<sub>4</sub> und 0.25% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> bei Temp. von 22—24° C im grauen Lichte vergehen vom Stadium der Verbindung der Kopulationsausläufer bis zur Bildung der Zygosporen normaler Größe 7—9 Stunden.



lassung Prof. Dr. M. Raciborski's habe ich versucht, jene Bedingungen festzustellen.

Den Einfluß der äußeren Faktoren auf die Art der Fruchtung bei *Zygorhynchus Moelleri* hat Blakeslee (1) studiert, der diese Gattung im Verlaufe von mehreren Jahren auf verschiedenen Substraten wachsen ließ, unter anderen auf reinem Agar und Schwammauszug; er studierte ferner den Einfluß der Transpiration, indem er den *Mucor* in sehr trockener (in einem geschlossenen und mit  $\text{CaCl}_2$  versehenen Gefäße), sowie in sehr feuchter Luft (indem er die Kulturen mit feuchten Löschpapierblättern bedeckte) züchtete. Die Temperatur betrug dabei bis  $29^\circ \text{C}$ . Er erhielt indes stets Sporangien und Zygosporen.

Eine kurze Bemerkung über die Bedingungen der Fruchtweise bei *Zygorhynchus Moelleri* macht auch O. Hagem (3), daß diese Gattung beinahe auf jedem Substrat und bei jeder Temperatur große Mengen von Zygosporen bildet. In sehr alten Kulturen indes, in denen das Substrat verbraucht war, bildeten sich einzelne schnell umsinkende Sporangioophoren.

Ich studierte den Einfluß folgender Faktoren auf die Fruchtweise:

- A. Einfluß des Substrats,
- B. Einfluß der Temperatur.
- C. Einfluß der Konzentration,
- D. Einfluß des Lichts.
- E. Einfluß der Transpiration.

Außerdem studierte ich noch die Fruchtformen auf Substraten, die das Bewegungswachstum hemmen, ferner auf mit  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  versetzten und auf gewöhnlichen Substraten an den Berührungsstellen zwischen zwei oder mehreren Kolonien.

#### A. Einfluß des Substrats.

*Zygorhynchus Moelleri* ist ein typisch oligotropher *Mucor*. Blakeslee hat gefunden, daß er auf Agar ohne Zusatz und auf Schwammauszug wächst und Früchte bildet. Ich habe ihn sogar in einmal destilliertem Wasser in ringförmigen feuchten Kammern gezüchtet. Neben armen Substraten verwendete ich auch solche, die an Nährstoffen, nämlich an verschiedenen Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen reicher waren. Auf letzteren erhielt ich jedoch stets beide Fruchtformen, Sporangien und Zygosporen.

### Einfluß verschiedener Kohlenstoffverbindungen.

24 Erlenmeyersche Kolben, die zirka 5·5 cm breit und 11 cm hoch waren, füllte ich mit je 50 cm Nährlösung. Bis auf die Kohlenstoffverbindungen waren alle anderen Bestandteile der Nährlösung in allen Kulturen in gleicher Zusammensetzung und Menge enthalten. Die Versuche wurden bei zerstreutem Tageslicht und bei einer Temperatur von 17—20° C ausgeführt. Da es unbekannt ist, in welcher Form der Mucor den Stickstoff aufnimmt, habe ich diesen Nährstoff in Gestalt von  $\text{KNO}_3$  und  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dem Substrat zugesetzt. Die Kulturen impfte ich mit Agarstücken, die aus auf Agar ohne Zusatz wachsenden Kulturen herausgeschnitten wurden.

TABELLE I.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Zusammensetzung der Nährlösung	Ergebnisse
1	1, 2, 3, 4, 5	2% Rohrzucker, 0·7% $\text{KNO}_3$ , 0·3% $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 0·25% $\text{MgSO}_4$ , 0·25% $\text{KH}_2\text{PO}_4$	Sporangien u. Zygosporen
2	6, 7, 8, 9, 10	2% Traubenzucker u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen
3	11, 12, 13, 14, 15	Kartoffelstärke u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen
4	16, 17, 18, 19, 20	2% Mannit u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen
5	21, 22, 23, 24, 25	2% Pepton u. wie oben	Sporangien u. Zygosporen

### Einfluß der Stickstoffverbindungen.

In Kolben von gleichem Umfang wie vorher gebe ich je 50 cm Nährlösung. Abgesehen von Stickstoffverbindungen, wie  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ , von denen ich überall äquivalente Mengen von N, nämlich zirka 0·2 g auf 100 cm Substanz gebe, ist die Zusammensetzung des Substrats überall die gleiche. Die Temperatur beträgt 17—20° C. Die Impfung geschieht in ähnlicher Weise wie in den Versuchen 1—5.

TABELLE II.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Zusammensetzung der Nährlösung	Ergebnisse
6	1, 2, 3	0.99% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 2% Rohrucker, 0.05% $\text{MgSO}_4$ , 0.05% $\text{KCl}$ , 0.05% $\text{KH}_2\text{PO}_4$	wächst üppig, Sporangien u. Zygosporen
7	4, 5, 6	1.035% $\text{NaNO}_2$ u. wie oben	wächst spärlich, Sporangien u. Zygosporen
8	7, 8, 9	1.275% $\text{NaNO}_3$ u. wie oben	sehr wenig entwickelte Kultur, wächst nicht über die Oberfläche der Flüssigkeit hinaus

Außer obengenannten Nährlösungen wurde der *Mucor* noch auf folgenden gezüchtet:

1) Auf flüssigen Substraten von folgender Zusammensetzung: 1% Glukose, 1% Pepton, je 0.05%  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  und außerdem 1% Kartoffelstärke, 1%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , ferner auf Agarsubstrat. Letzteres bestand 1) aus 1.8% Agar, 1% Glukose, 1% Pepton, je 0.05%  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 2) aus 1% Rohrucker, 1% Pepton etc.; 3) aus 1% Glukose, 1.8% Agar etc.; 4) aus 1% Mannit etc.; 5) aus 1% Glyzerin etc. (die 3 letzteren ohne Zugabe von N).

Den günstigsten Nährboden bilden Substanzen mit Kohlenstoffverbindungen in Form von Stärke, auch von Glukose und Rohrucker; schlechter wächst der Pilz auf Mannit, am schwächsten auf Glyzerin. Von Stickstoffquellen erwies sich als die beste Pepton. Indes wuchs der *Mucor* auf dem Substrat, das Pepton als Kohlenstoff- und Stickstoffquelle enthielt, schlechter als auf einem Substrat, dem außer Pepton Trauben- oder Fruchtzucker zugesetzt war. Allem Anschein nach ist für ihn das Substrat mit reinem Pepton wegen der alkalischen Reaktion weniger günstig. Durch Zusatz von Kohlenwasserstoffen aber (Glukose, Rohrucker) ist dem *Mucor* die Oxydation zu den entsprechenden Säuren, also eine Neutralisation des alkalischen Substrats ermöglicht. Gezüchtet wurde der *Mucor* auch auf natürlichem Substrat, auf sterilisierten Kartoffelstücken (Stärke), Wurzeln von Mohrrüben (Rohrucker) und auf Schwarzwurzel (Inulin), aber auch hier bildete er überall Sporangien und Zygosporen.



Von allen Substraten, die von mir versucht wurden, erhielt ich nur in einem so armen, wie es destilliertes Wasser bildet, in dem nur ganz spurenhafte Nährmittel vorhanden sein konnten ein Substrat, das nur Sporangien lieferte. Bei allen anderen, einschließlich Agar + Mineralsalze ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  und  $\text{KCl}$ ), traten beide Fruchtformen auf. Nahrungsmangel begünstigt also sichtlich die Bildung der Sporangien. Zwar entstehen auf Agar ohne Zusatz Sporangien und Zygosporien, aber aus der Tatsache, daß auf diesem Substrat der Mucor beide Fruchtformen bildet, kann man noch nicht schließen, daß der Nahrungsmangel nicht auf die oder jene Fruchtform Einfluß hat. Der Mucor paßt sich nämlich der Nahrungsmenge durch mehr oder minder dichtes Wachstum an. Auf nahrungsarmem Substrat wächst der Mucor spärlicher, so daß er auf diese Weise einem größeren Raum seine Nahrung entnimmt. Es kann also in diesem Falle den Organen der Fruchtung eine ebenso große Menge Nahrung zugeführt werden, wie in einem nahrungsreichen Substrat, auf dem der Mucor dicht wächst. Bei Zygorhynchus hat dieser Umstand eine um so größere Bedeutung, als dieser Mucor als besonders oligotroph eine stark ausgeprägte Fähigkeit besitzt, selbst minimale Nahrungsmengen auszunützen.

Um zu prüfen, wie Nahrungsmangel auf einzelne Hyphen wirkt, muß man den Mucor zwingen, möglichst dicht auf armem Substrat zu wachsen. Dann können die einzelnen Hyphen nur die in ihrer Nähe befindlichen geringen Nahrungsmengen ausnützen.

Zu dem Zwecke stellte ich folgenden Versuch an. In eine Petrischale gab ich 15 ccm Substrat von der Zusammensetzung 2% Agar und je 0.25%  $\text{MgSO}_4$  und  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  und säte darauf große Mengen von Sporen sehr dicht aus. Bei Zimmertemperatur konnte man schon nach zwei, spätestens drei Tagen große Mengen von Sporangien von verschiedener Größe wahrnehmen. Die Mehrzahl derselben war klein und sie hatten nach meinen Messungen 10 bis 70  $\mu$  im Durchmesser, wobei die Größe der Sporen ungefähr gleich blieb; daraus folgt, daß die Anzahl derselben in diesen Sporangien sehr ungleich ist. Neben Sporangien traten an Stellen dichter Aussaat auch Zygosporien auf, doch ist ihre Anzahl verhältnismäßig gering. Man kann also annehmen, daß an diesen Stellen die einzelnen Hyphen Nahrung in größerer Menge zugeführt bekommen können, daß die Sporen hier nicht so dicht ausgesät wor-

den sind, oder auch, daß das Substrat hier an Nährmitteln reicher war als an anderen Stellen. Auf einem Substrat, das 1% Glukose und 1% Pepton enthält, erhalten wir nach dichter Aussaat von Sporen beinahe nur Zygosporien. Hier mag die Beschreibung eines Beispiels folgen, das ich zur Prüfung der Tatsachen untersucht habe.

In Petrischalen mit 15 ccm Substrat säe ich an vier Stellen sehr dicht (so dicht, daß an einigen Stellen die Sporen aneinanderhaften), Sporen aus Sporangien aus, die auf Substrat mit 1% Glukose, 1% Pepton und 4% NaCl aufgewachsen sind. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, erhält man bei 2% Agar, je 0.25%  $MgSO_4$  und  $KH_2PO_4$  an Stellen dichter Aussaat ein entschiedenes Übergewicht von Sporangien.

TABELLE III.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Zusammensetzung des Substrats	Lichtart	Fruchtform an Stellen dichter Aussaat
9	1	1% Glukose, 1% Pepton, 1.8% Agar, je 0.05% KCl, $MgSO_4$ , $KH_2PO_4$	Im Dunkeln	Nach 24 St. noch keine Fruchtformen. Nach 48 St. und später beinahe nur Zygosporien. Auf 100 Z. zirka 15 Sporangien
10	2	dtto.	6 m vom Fenster nach Osten entfernt	ebenso; auf 100 Zygosporien 2 Spor.
11	3	2% Agar, je 0.25% $MgSO_4$ und $KH_2PO_4$	Im Dunkeln	Nach 24 St. noch keine Fruchtformen. Nach 48 St. Sporangien. Nach 72 St. und später erscheinen auch Zygosporien, im Verhältnis von etwa 20 Zygosporien auf 100 Sporangien
12	4	dtto	6 m vom Fenster nach Osten entfernt	Nach 24 St. überall Sporangien. Nach 48 St. und 3 darauffolgenden Tagen an 3 Stellen nur Sporangien, an 4 nur wenige Zygosporien (10 Zyg. auf 100 Spor.)

Ich habe eine ganze Reihe von ähnlichen Versuchen durchgeführt und immer auf 1% Glukose und 1% Pepton an Stellen

dichter Aussaat ein entschiedenes Übergewicht der Zygosporen, auf reinem Agar ein solches der Sporangien erzielt.

Natürlich beziehen sich diese Verhältnisse nur auf die Orte der dichten Aussaat selbst, sonst paßt sich der *Mucor* an das Substrat an, indem er sich je nach dem Substrat dichter oder spärlicher verzweigt, was unsere oben ausgesprochene Meinung bestätigt, daß die einzelnen Hyphen einen Mangel an Nahrung nicht zu empfinden brauchen. Wenn es nun wahr ist, daß der Nahrungsmangel die Bildung der Sporangien und das Übergewicht der Zygosporen verursacht, so müßten auch die äußeren Faktoren, welche die Entnahme der Nahrung erschweren, einen Einfluß auf die Fruchtform haben. Wie es sich nun herausgestellt hat, hängt die Schnelligkeit des Wachstums der Kolonie, also auch wahrscheinlich die Fähigkeit zur Stoffentnahme von der Temperatur, dem Konzentrationsgrad und der Lichtstärke ab.

Bei meinen weiteren Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur, der Konzentration, Transpiration etc. habe ich beinahe ausschließlich zwei Substrate verwendet. Ein an Nährstoffen reiches bestand aus: 1% Glukose, 1% Pepton, 0.05%  $\text{MgSO}_4$ , 0.05%  $\text{KCl}$ , 0.05%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  und 1.8% Agar, das andere arme hatte folgende Zusammensetzung: 2% Agar, 0.25%  $\text{MgSO}_4$  und 0.25%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Im weiteren Verlaufe der Arbeit wird die ausführliche Zusammensetzung beider Substrate nicht mehr angeführt; in Fällen also, in denen von Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton die Rede sein wird, soll jenes reiche Substrat und unter „reinem Agar“ oder „Agar ohne Zusatz“ das ärmere gemeint sein. Zu den Versuchen habe ich meistens Petrischalen von 9 cm Durchmesser und 1 cm Höhe verwendet. Die Schalen wurden mit zirka 15 ccm Agarsubstrat beschickt. Bei den folgenden Versuchen werden Größe der Schalen sowie die verwendeten Substratmengen nur dann erwähnt, wenn sie von den hier angegebenen abweichen. Die Impfung geschieht mittels Agarstücken, die aus auf reinem Agar wachsenden Kulturen herausgeschnitten werden, in allen anderen Fällen wird sie besonders beschrieben.

## B. Einfluß der Temperatur.

Petrischalen mit Agar ohne Zusatz stellte ich in eine im Dunkeln stehende Schachtel, von etwa 1.75 m Länge und je 20 cm Höhe und Breite. In der Schachtel wurde in Blechbüchsen Eis ge-



halten, das einmal in 24 Stunden erneut werden mußte. Die Schachtel erhielt einen Belag von Strohmatte und Papier. Je nach der Entfernung der Kulturen vom Eis erhält man verschiedene Temperaturen.

### Zusammenstellung I.

#### Versuche 13—18.

Eine Reihe von Kulturen auf Nährlösung wurde mit Agar ohne Zusatz von C und N in die Schachtel gebracht in verschiedener Entfernung vom Eise.

TABELLE IV.

Versuchs- Nr. und Dauer des Versuchs	Nr. der Kultur	Temperatur	Substrat	E r g e b n i s s e	
				Fruchtform	Der Durchmesser der Kolonie vergrößert sich in 24 St. um
13 15/I—10/II	1. 2, 3, 4, 5, 6	4—5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien	0·25—0·35 cm
14 16/I—28/I	7, 8, 9, 10, 11, 12	6—8·5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien und wenig Zygosporen	0·60—0·75 cm
15 15/I—26/I	13, 14, 15, 16, 17, 18	8·5—9·5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien und Zygosporen	0·80—0·90 cm

Es wurde ferner eine Reihe von Kulturen auf reinem Agar geimpft. Die Kulturen brachte ich in die erwähnte Schachtel in verschiedener Entfernung vom Eise, unter einer Glasglocke über einem Teller mit Wasser.

(Siehe Tabelle V Seite 664).

Um wenigstens ein ungefähres Verhältnis der Mengen der Zygosporen und Sporangien festzustellen, zählte ich die Sporangien und Zygosporen im Gesichtsfeld des Mikroskops beim Verschieben der Petrischale von der Mitte zum Rande der Kultur in vier entgegengesetzten Richtungen.

TABELLE V.

Nr. und Dauer des Versuchs	Nr. der Kultur	Temperatur	Substrat	E r g e b n i s s e	
				Fruchtform	Der Durchmesser der Kolonie wächst in 24 St. um
16 11/II—7/III	I, II, III, IV, V, VI	4—5° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien	0·3—0·4 cm
17 11/II—5/III	VII, VIII, IX, X, XI, XII	7·5—8° C	Agar ohne Zusatz	Sporangien und Zygosporen (Auf 100 Sp. zirka 15—30 Zygosporen)	0·6—0·75 cm
18 6/III—11/III	XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII	21·0—23·0°C	Agar ohne Zusatz	Zygosporen und wenig Sporangien (Auf 100 Zy- gosporen 1—21 Spor.)	2—2·5 cm

## V e r s u c h 19.

Kulturen Nr. I a, II a, III a, IV a und V a wurden in die erwähnte im Dunkeln stehende Schachtel gebracht bei einer Temperatur von 3·5—4·5° C; am 9/IV, als der Durchmesser der einzelnen Kolonien ungefähr 4·5 bis 5·5 cm betrug, wurden sämtliche Kulturen bei einer Temperatur von 21 bis 23° C ins Dunkle gebracht.

(Siehe Tabelle VI Seite 664).

## Zusammenfassung II.

(Siehe Tabelle VII, Seite 665).

## V e r s u c h 20.

Am 28/IV wurden auf Agarsubstrat mit 1% Glukose, 1% Pep-ton die Kulturen Nr. 1 a, 2 a, 3 a, 4 a und 5 a geimpft und im Dunkeln in der erwähnten Schachtel aufgestellt. Im Verlauf des Versuchs, der vom 28/IV bis zum 15/VI dauerte, schwankte die Temperatur zwischen 4·5 und 7·5 C.

Die Zählung nahm ich hierbei in anderer Weise als bei den vor-

TABELLE VI.

## Versuch 19.

Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur vom 15/III bis zum 9/IV	Ergebnisse vom 15/III bis zum 9/IV		Temperatur vom 9/IV bis zum 11/IV	Ergebnisse vom 9/IV bis zum 11/IV	
			Schnelligkeit d. Wachstums	Fruchtform		Schnelligkeit d. Wachstums	Fruchtform
I a, II a, III a, IV a, V a, VI a	Agar ohne Zusatz	3·5—4·5° C	0·18—0·22 cm	Sporangien	21—25° C	2—2·5 cm	Es erscheinen auch Zygosporen

TABELLE VII.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Temperatur	Substrat	E r g e b n i s s e	
				Fruchtform	Schnelligkeit des Wachstums
20	1 a, 2 a, 3 a, 4 a, 5 a, 6 a	4·5—7·5° C	1% Glukose 1% Pepton	Sporangien und Zygosporen, unterschied- nes Übergewicht der ersteren, auf 100 Sporangien 20—40 Zygosporen	0·17—0·25 cm
21	7 a, 8 a, 9 a, 10 a	21—23° C	1% Glukose 1% Pepton	Zygosporen und sehr wenig Sporangien. Auf 100 Zyg. zirka 10 Spor.	2·4—2·6 cm



hergehenden Versuchen vor, und zwar zählte ich an einigen Stellen der Kultur in verschiedenen Entfernungen von der Mitte alle Sporangien und Zygosporen eines Gesichtsfeldes von etwa  $\frac{1}{4}$  cm Durchmesser.

#### Versuch 21.

Am 12/V impfte ich in Petrischalen auf aus 1% Glukose und 1% Pepton bestehendem Agarsubstrat mit Agarstücken die Kulturen Nr. 7 a, 8 a, 9 a und 10 a und stellte sie im Dunkeln bei einer Temperatur von 21—23° C auf. Die Zählung der Sporangien und Zygosporen nahm ich in derselben Weise vor wie beim vorhergehenden Versuch (20).

#### Ergebnisse.

Aus den Versuchen über den Einfluß der Temperatur ersehen wir, daß niedrige Temperaturen die Bildung der Sporangien, hohe dagegen die der Zygosporen begünstigt. So erhält man auf Agar ohne Zusatz bei 3·5—5·0° C nur Sporangien. In dem Maße, wie die Temperatur steigt, erscheinen bereits bei 6·0—8·5° C Zygosporen und ihre Menge wächst im Verhältnis zu derjenigen der Sporangien; bei 21—23° C erhält man bereits ein entschiedenes Übergewicht der Zygosporen. Auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton erhält man bei der niedrigeren Temperatur, von 4·5—6·5° C, ebenfalls in überwiegender Zahl Sporangien, und bei 21—23° C Zygosporen.

Mit Zunahme der Temperatur wächst die Schnelligkeit des Wachstums der Kolonie. Auf Agar ohne Zusatz bei einer Temperatur von 3·5—5° C vergrößert sich der Durchmesser der Kolonie in 24 Stunden um 0·18 bis 0·4 cm, bei 21—23° C um 2—2·5 cm.

Analoge Ergebnisse erhalten wir auf Agarlösung mit 1% Glukose und 1% Pepton. Bei 4·5—6·5° C wächst der Durchmesser um 0·17—0·25 cm, bei 21—23° C um 2·4—2·6 cm in 24 Stunden. Demnach sehen wir, daß bei langsamem Wachstum Sporangien, dagegen bei schnellem Zygosporen gebildet werden. Es scheint die niedrige Temperatur durch Behinderung des Wachstums auch die Zufuhr der Nahrung zu den aëralen Hyphen hintanzuhalten und dadurch die Bildung von Sporangien zu begünstigen, wogegen höhere Temperatur die Zufuhr der Nahrung und deren Ansammlung in den aëralen Hyphen fördert, wodurch Zygosporen entstehen.

## C. Einfluß der Konzentration.

## Zusammenstellung I.

Petrischalen wurden mit Agarsubstrat mit folgender Zusammensetzung beschickt: 1% Glukose, 1% Pepton und a) ohne NaCl, b) 2% NaCl, c) 3% NaCl, d) 4% NaCl, e) 5% NaCl, f) 5% Glyzerin, g) 10% Glyzerin, h) 20% Glyzerin. Alle Schalen wurden dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt, die Versuche bei Temperatur von 19–23° C ausgeführt und zu den Versuchen wurde gewöhnliches Kochsalz verwendet.

TABELLE VIII.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	Ergebnisse
22	1, 2, 3	1% Glukose 1% Pepton	21–23°	Überall Sporangien und Zygosporen. Auf Substrat mit hoher Konzentration ist die Anzahl der Sporangien im Verhältnis zu der der Zygosporen größer als auf Substraten von geringer Konzentration. Mit der Erhöhung der Konzentration verringert sich die Schnelligkeit des Wachstums, zugleich wächst die Anzahl der Sporangien gegenüber derjenigen der Zygosporen. In Kulturen ohne NaCl wächst deren Durchmesser um 2·0–2·25 cm in 24 St., bei 3% NaCl um 1 cm, bei 5% NaCl um 0·4–0·7 cm
23	4, 5, 6	1% Glukose 1% Pepton +2% NaCl	21–23°	
24	7, 8, 9	1% Glukose 1% Pepton +3% NaCl	21–23°	
25	10, 11, 12	1% Glukose 1% Pepton +4% NaCl	21–23°	
26	13, 14, 15	1% Glukose 1% Pepton +5% NaCl	21–23°	
27	16, 17, 18	1% Glukose 1% Pepton +5% Glyzerin	19–23°	Mit der Erhöhung der Konzentration verringert sich die Schnelligkeit des Wachstums, zugleich wächst die Anzahl der Sporangien gegenüber derjenigen der Zygosporen. Indes treten in 20% Glyzerin noch Zygosporen auf.
28	19, 20, 21	1% Glukose 1% Pepton +10% Glyzerin	19–23°	
29	22, 23, 24	1% Glukose 1% Pepton +20% Glyzerin	19–23°	

### Zusammenstellung II.

Die soeben angeführten Versuche über den Einfluß der Konzentration des Substrats wurden in gewöhnlicher, also ziemlich trockener Zimmerluft angestellt. Da jedoch das Substrat rasch austrocknet und seine Konzentration sich steigert, stellte ich die nächstfolgenden Versuche über den Einfluß der Konzentration in feuchter Luft an. Die Schalen wurden mit Agarsubstrat gefüllt, und zwar mit 1% Glukose und 1% Pepton a) ohne Salz, b) mit 4% NaCl, c) mit 5% NaCl und d) mit 6% NaCl (NaCl reines Kahlbaum-Präparat), und über einem Teller mit Wasser unter Glasglocke in verschlossenem Schrank aufgestellt. Alle Kulturen wurden aus auf 1% Glukose und 1% Pepton wachsenden Kolonien geimpft.

(Siehe Tabellen IX, X und XI, Seite 669 und 670).

Wie wir aus Tabelle IX, X und XI ersehen, liefert der *Mucor* auf Substrat mit 1% Glukose und 1% Pepton beinahe nur Zygosporien, auf Substrat mit 1% Glukose, 1% Pepton + 6% NaCl dagegen nur Sporangien. Wir ersehen daraus, daß die Erhöhung der Konzentration die Bildung der Zygosporien hintanhält und gleichzeitig die Wachstumsgeschwindigkeit vermindert. Während nämlich auf Substrat ohne NaCl der Durchmesser der Kolonie in 24 Stunden um 2.0—2.5 cm wächst, beträgt die Zunahme bei Verwendung von 6% NaCl unter sonst gleichen Bedingungen nur 0.4—0.5 cm. Auf Substraten von noch höherer Konzentration ist das Wachstum noch geringer und der *Mucor* bildet weder Sporangien noch Zygosporien.

Es scheint demnach, daß hohe Konzentration ähnlich wie niedrige Temperatur dem *Mucor* die Nahrungsaufnahme erschwert und deren Ansammlung in den Fruchtwerkzeugen verhindert, wodurch der Fruchtprozeß mittels Zygosporien unmöglich gemacht wird.

### D. Einwirkung des Lichts.

Am 16/VI impfte ich auf reinem Agar 10 Kulturen. Nr. 1—5 wurden auf weißes Papier 2 m weit von Fenster, das nach Osten ging, im Lichte, Nr. 6—10 daneben, aber im Dunkeln, unter dicht mit Papier verhülltem Glassturz aufgestellt. Die Außenseite des verwendeten Papiers war weiß, die Innenseite schwarz. Während der Dauer des Versuchs, vom 16/VI bis zum 22/VI, waren die Tage sonnig und die Temperatur schwankte zwischen 22—32° C sowohl unter dem Glassturz wie auch im Licht.



TABELLE IX.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	E r g e b n i s s e	
				Wachstum des Durchmessers in 24 Stunden	Fruchtform
30	11 a — 15 a	1% Glukose 1% Pepton + 6% NaCl	16—18°	0.4—0.47 cm, bei 7.5—8 cm Wachstumsstill- stand der Kolonien	Nur Sporangien. Sporangioophoren selten, biswei- len spiralförmig gekrümmt.
31	16 a — 20 a	1% Glukose 1% Pepton + 7% NaCl	16—18°	0.2—0.3 cm bei 6 cm Wachstumsstillstand,	Keine Fruchtformen. Aërale Hyphen sehr selten.

TABELLE X.


Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	E r g e b n i s s e	
				Wachstum des Durchmessers in 24 Stunden	Fruchtform
32	1 a — 5 a	1% Glukose 1% Pepton	18—20°	zirka 2.2 cm	Auf 100 Zygosp. 2.5—10 Sporan- gien (gezählt wie bei Versuch 20).
33	11 b — 15 b 11 c — 15 c	1% Glukose 1% Pepton + 6% NaCl	16—20° 	0.42—0.46 cm, bei 7.5—8 cm Wachstums- stillstand.	Nur Sporangien. Sporangioophoren selten, biswei- len spiralförmig gekrümmt.

TABELLE XI.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Substrat	Temperatur C	E r g e b n i s s e	
				Wachstum der Kolonien in 24 Stunden	Fruchtform
34	1, 2, 3, 4, 5	1% Glukose 1% Pepton ohne NaCl	18—20°	Mit steigender Erhöhung der Konzentration wird die Wachstumsgeschwindigkeit immer geringer; bei Kul- turen Nr. 1—5 beträgt das Wachstum in je 24 Stunden 2—2.5 cm, bei Nr. 16—20 nur 0.4—0.5 cm, bei 7% NaCl 0.2—0.3 cm. Bei 6% NaCl erreicht der Durch- messer 7.5—8 cm, und die Kolonie wächst nicht weiter, ebenso wie bei 7% NaCl, wo sie 6.5 cm erreicht.	Mit der Erhöhung der Kon- zentration wächst die Anzahl der Sporangien gegenüber denjenigen der Zygosporen. Bei Verwendung von 6% NaCl erhält man nur Sporan- gien. Die Sporangioophoren sind selten, einige von ihnen spiralformig gekrümmt.
35	6, 7, 8, 9, 10	1% Glukose 1% Pepton + 4% NaCl	18—20°		
36	11, 12, 13, 14, 15	1% Glukose 1% Pepton + 5% NaCl	16—20°		
37	16, 17, 18, 19, 20	1% Glukose 1% Pepton + 6% NaCl	16—20°		
38	21, 22, 23, 24, 25	1% Glukose 1% Pepton + 7% NaCl	16—20°		
				Keine Fruchtformen: aërale Hyphen selten.	

### Ergebnisse

In den ins Licht gestellten Kulturen erschienen nur Sporangien, in den im Dunkeln stehenden sowohl Zygosporen als auch Sporangien, wobei jedoch die ersteren überwogen. Die auf ähnliche Weise wie bei den Versuchen 17, 18 vorgenommene Zählung ergab auf 100 Zygosporen 5—25 Sporangien.

TABELLE XII.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Tempera- tur C	Lichtart	E r g e b n i s s e	
				Wachstum in 24 St.	Fruchtform
39	1, 2, 3, 4, 5	22—32°	Hell (2 m vom Ostfenster)	zirka 1·0 cm	nur Sporangien
40	6, 7, 8, 9, 10	22—32°	Dunkel	zirka 2·6 cm	Zygosporen und Sporangien. Auf 100 Zyg. 5—25 Spor.

Ähnliche Versuche auf demselben Substrat habe ich mehrmals bei verschiedener Lichtstärke wiederholt, und immer analoge Ergebnisse erhalten: bei Licht und langsamerem Wachstum bildeten sich Sporangien in verhältnismäßig größerer Anzahl als im Dunkeln. Alle meine Versuche wurden jedoch im Sonnenlicht ausgeführt, wobei die Lichtstärke je nach der Tageszeit wechselte und ein Schwanken der Temperatur sich nicht vermeiden ließ.

Meine weiteren Versuche mit künstlichem Licht (Leuchtgas) ergaben keine positiven Ergebnisse, wahrscheinlich wegen der geringen Lichtstärke. Da ich einstweilen über keine besseren künstlichen Lichtquellen verfüge, verschiebe ich die Untersuchungen über ihre Wirkung auf später. Einstweilen beschränke ich mich auf die Einwirkung des Sonnenlichtes und deren Ergebnisse, halte sie aber auch nicht für genügend aufgeklärt, so daß noch weitere Versuche nach dieser Richtung angestellt werden müssen.

### E. Einfluß der Transpiration.

Beide Fruchtformen, sowohl Sporangien als auch Zygosporen entstehen auf aëralen Hyphen. Demnach ist es möglich, daß die



Faktoren, die besonders auf aërale Hyphen wirken, einen entschiedenen Einfluß auf die Fruchtform haben werden. Zu diesen gehört die Transpiration.

### Zusammenstellung I.

#### Versuch 41—42.

Petrischalen von 8 cm Durchmesser und 2 cm Höhe wurden mit zirka 45 cem Agar beschickt. Die Schalen Nr. 1, 2 und 3 brachte ich ohne Deckel und mit der Öffnung nach unten gerichtet, in Bechergläser von 10 cm Durchmesser und 18 cm Höhe, die mit Glastafeln und Vaseline luftdicht verschlossen und mit  $\text{CaCl}_2$  versehen waren, so daß die Schalen mit dem Rande das Chlorkalzium berührten. Mindestens einmal des Tages wurde das Chlorkalzium durch neues ersetzt. Die Bechergläser wurden noch mit einem geschlossenen, inwendig mit schwarzem Papier beklebten Pappzylinder bedeckt. Die Schalen Nr. 4, 5 und 6 wurden über Wasser unter eine Glasglocke gestellt. Ferner wurden unter die Deckel der Schalen Löschblätter gelegt, deren Enden in Wasser tauchten. Dies alles wurde in einem schwarz angestrichenen, verschlossenen Blechgefäß aufgestellt. Die Temperatur betrug während des Versuchs etwa 17—19° C.

TABELLE XIII.

Nr. des Ver- suchs	Nr. der Kultur	Substrat	Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf	E r g e b n i s s e	
				Wachstum des Koloniedurch- messers im Lauf von 24 Stunden	Fruchtform
41	1, 2, 3	reiner Agar	sehr schwach: die Schale im Gefäß mit $\text{CaCl}_2$	zirka 1·5 cm	Sporangien und Zygosporen. Auf 100 Zygosporen zirka 3—8 Sporangien
42	4, 5, 6	reiner Agar	stark: unter dem Deckel der Scha- le befinden sich Löschblätter an- gebracht, deren Enden in Wasser getaucht sind	zirka 1·5 cm	Sporangien und Zygosporen. Auf 100 Zygosporen zirka 5—15 Sporangien

### Ergebnisse.

In allen Kulturen herrschte absolutes Übergewicht der Zygosporen. Für die einzelnen Kulturen erhielt ich folgende Ergebnisse (gezählt wie bei Versuch 17, 18):

Nr. 1	auf 100 Zygosporen	zirka	3	Sporangien
Nr. 2	" "	" "	2	"
Nr. 3	" "	" "	8	"
Nr. 4	" "	" "	5	"
Nr. 5	" "	" "	15	"
Nr. 6	" "	" "	5	"

Sowohl in nasser, wie in trockener Atmosphäre wuchs der Durchmesser der Kolonie im Laufe von 24 St. annähernd um 1·5 cm. In der Kultur mit  $\text{CaCl}_2$  wurde das Wachstum nur in den beiden ersten Tagen berücksichtigt, da nach Verlauf einiger Tage der Agar infolge Wasserverlustes schwindet, so daß sein Durchmesser zirka 5·5—6·5 cm beträgt; da er dabei an den Rändern selbst stark austrocknet, wird das weitere Wachstum des *Mucors* nach einigen Tagen verhindert. Bei obigen Versuchen wurden dem Substrat außer den schon im Agar selbst befindlichen Mengen verhältnismäßig viel Mineralsubstanzen zugesetzt, nämlich 0·25%  $\text{MgSO}_4$  und 0·25%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Wenn aber auch die Schalen mit ziemlich großen Substratmengen beschickt worden waren (zirka 45 ccm), so trocknete dennoch in den  $\text{CaCl}_2$ -Gefäßen während des Versuchs das Substrat stark aus, wodurch die Salzkonzentration im Substrat stieg. Um die Wirkung der Konzentration möglichst zu vermindern, verwendete ich folgendes Substrat: 1·8% Agar, 0·05%  $\text{KCl}$ , 0·05%  $\text{MgSO}_4$  und 0·05%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Davon gab ich in jede Schale je 45 ccm.

(Siehe Tabelle XIV Seite 674).

Wir ersehen daraus, daß es weder in sehr trockener, noch in sehr feuchter Luft gelungen ist, die Bildung der Sporangien und Zygosporen zu hemmen.

Dagegen zeigt sich die Länge der aëralen Hyphen von der Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf abhängig. Während man in gesättigter Atmosphäre (in den Kulturen mit Löschblättern, deren Enden in Wasser tauchen) ziemlich oft Hyphen von der Länge von 0·4—1·5 cm findet, die nicht selten mit der Spitze in Agar tauchen und dort weiter wachsen, sind in trockener Atmo-

TABELLE XIV.  
(Versuche 43—46).

Nr. des Ver- suchs	Nr. der Kul- tur	Substrat	Sättigung der Atmosphäre mit Wasserdampf	E r g e b n i s s e	
				Wachstum des Durchmessers der Kolonien im Laufe von 24 St.	Fruchtform. Auf 100 Zy- gosporen entfallen Sporangien
43	1, 2, 3	1·8% Agar 0·05% KCl 0·05% MgSO <sub>4</sub> 0·05% K <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	Sehr schwach. Die Schalen mit CaCl <sub>2</sub> im Dunkeln, wie bei Versuch 41 und 42.	1·3—1·6 cm	2·7—23
44	4, 5	dtto	Mittel. Die Schalen in Zimmeratmosphäre verschlossen unter Papierbedeckung.	1·5—1·6 cm	5—20
45	6, 7	dtto	Mittel. Die Schalen geöffnet unter großen Becher- gläsern (14 cm Durch- messer 24 cm Höhe).	1·4—1·5 cm	3—18
46	8, 9, 10	dtto	Stark. Unter den Deckel der Schale Löschpa- pier gelegt, dessen Enden in Wasser tauchten, im Dunkeln wie bei Vers. 41 u. 42	1·3—1·6 cm	4—12

Die Größe der Schalen, die Zusammensetzung und Menge des Substrats, wie bei den vorigen Versuchen 41 und 42.

sphäre (mit CaCl<sub>2</sub>) Hyphen von größerer Länge als ein Millimeter verhältnismäßig selten.

### Zusammenstellung II.

#### V e r s u c h e 47—50.

Während in den Versuchen 41 und 47 der Einfluß der Transpiration an einem an Kohlenstoff und Stickstoff armen Substrat untersucht wurde, erübrigt noch die Entscheidung der Frage, welchen Einfluß eine an diesen Elementen reiche Verbindung als Substrat haben könnte. Zu dem Zwecke verwendete ich ein Substrat von der Zusammensetzung 1% Glukose, 1% Pepton, und führte



die Untersuchungen über den Einfluß der Transpiration in ähnlicher Weise aus wie bei Versuch 41 und 42.

TABELLE XV.

Nr. des Ver- suchs	Nr. der Kul- tur	Zusammen- setzung des Substrats	Sättigungsgrad der Luft mit Wasserdampf	E r g e b n i s s e	
				Schnelligkeit des Wachs- tums in cm je 24 St.	Fruchtform
47	1, 2, 3	1% Glukose 1% Pepton	schwach, im Gefäß mit $\text{CaCl}_2$ , im Dunkeln, wie bei Versuch 41.	1·8—2·0	Sporangien und Zygosporen. Entschieden Übergewicht der Zygosporen.
48	4, 5	dtto	mittel, in verschlossenen Schalen unter einem Pappzylinder.	2—2·2	
	6, 7	dtto	mittel, in offenen Schalen unter großen Becher- gläsern (14 cm Durchmesser 24 cm Höhe), im Dunkeln.	ca 2·3	
50	8, 9, 10	dtto	stark, unter Deckel, Lösch- papier, dessen Ende in Wasser taucht, im Dunkeln.	1·75—2·0	

### Ergebnisse.

In allen Kulturen erreichen die Zygosporen das Übergewicht. Ihr großer Reichtum färbt die Kulturen schwarz. Der überall annähernd gleich große Durchmesser der Kulturen wächst im Laufe von 24 Stunden um 1·8—2·3 cm; (dabei ist in den Schalen Nr. 1, 2 und 3 nur das Wachstum der beiden ersten Tage berücksichtigt).

### Zusammenstellung IV.

#### Versuch 51—54.

Ich brachte eine Reihe von Kulturen unter eine Glasglocke, deren Rand mit Vaseline bestrichen war;<sup>3</sup> diese lag auf einer glatten

Marmorplatte, die auf einem Dreifuß ruhte. Die Glasglocke war in ihrem oberen Teil durch eine 3 m lange Glasröhre mit einer Wasserstrahlpumpe verbunden. In der Mitte der Marmorplatte befand sich eine Öffnung, durch welche die Luft eintrat, nachdem sie ein Gefäß mit  $\text{CaCl}_2$  passiert hatte. Dadurch erhielt ich in der Glocke einen trockenen Luftstrom, wodurch die Transpiration stark erhöht wurde. Daneben stellte ich 5 Schalen unter einer einfachen Glasglocke über einem Teller mit Wasser auf.

TABELLE XVI.

Nr. des Versuchs	Nr. der Kultur	Behandlung der Kultur	Substrat	Ergebnisse
51	1, 2, 3, 4, 5	Schalen offen, der Wirkung eines leichten Luftzugs ausgesetzt	reiner Agar	Sporangien und Zygosporen
52	6, 7, 8, 9, 10	Schalen geschlossen, der Wirkung eines leichten Luftzugs ausgesetzt	dtto	dtto
53	11, 12, 13, 14, 15	Schalen geschlossen, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur	dtto	dtto
54	16, 17, 18, 19, 20	Schalen geschlossen unter der Glasglocke über einem Teller mit Wasser	dtto	dtto

Der ganze Apparat wurde im zerstreuten Tageslicht 3 m vom Fenster, das nach Osten ging, aufgestellt. Temp. 17—18° C.

### Ergebnisse.

Überall bilden sich also Sporangien und Zygosporen. Es gibt auch keinen wahrnehmbaren Unterschied in der Schnelligkeit des Wachstums.

### Schlußfolgerung.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich, daß die Transpiration weder die Schnelligkeit des Wachstums der Kolonien auf Agar noch die Fruchtform irgendwie beeinflußt.

Daraus kann man schließen, daß der Einfluß der Transpiration

auf die Nahrungsentnahme ein ganz minimaler ist und sich deshalb auch in der Fruchtform nicht sichtbar macht.

#### **Einfluß der das Bewegungswachstum hemmenden Faktoren.**

Das Wachstum im gewöhnlichen Sinne findet, wie Prof. Dr. M. Raciborski (6) gezeigt hat, infolge der Zusammenwirkung zweier Prozesse statt: des der Nahrungsaufnahme, wodurch der Organismus an Masse gewinnt, und desjenigen des Bewegungsprozesses, durch welchen die Zellen und deren Teile den ihnen gebührenden Platz zugewiesen erhalten. „Wird von der Fortpflanzung gesprochen“ sagt der obengenannte Forscher, „daß sie ein Wachstum über das Maß des Individuums sei, so faßt man das Assimilations-Wachstum (meristisches Wachstum) ins Auge. Untersucht man dagegen das Krümmungswachstum einer Ranke oder die Wachstumsschnelligkeit einer Tulpenknospe, so hat man nur oder fast nur das Bewegungswachstum vor sich. Bei der Besprechung der großen oder einer Jahresperiode haben wir dagegen mit einer Resultante beider Prozesse zu tun, welche nebeneinander oder nacheinander verlaufen und sich gegenseitig korrelativ beeinflussen“.

Die äußeren Bedingungen beeinflussen nicht in gleicher Weise diese beiden Wachstumsprozesse. Die einen von ihnen können die Fähigkeit zur Nahrungsaufnahme, andere das Bewegungswachstum hemmen. Prof. Raciborski erhielt Wachstumshemmung für *Basidiobolus* auf ziemlich konzentriertem, aus 1%—5% Glukose und 0.5—1%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  bestehendem Substrat.

Für *Zygorhynchus Mölleri* gelang es mir, die Wachstumshemmung auf einem Substrat von 1% Glukose und 1%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  zu erhalten. (Noch deutlicher macht sich dieselbe bemerkbar bei 1% Glukose, 1% Pepton und 10% Glyzerin). Auf diesem Substrat treten innerhalb der ersten Tage keine Merkmale auf, die auf eine Hemmung des Bewegungswachstums hinwiesen. Erst wenn die Kultur einen Durchmesser von 4—6 cm erreicht, hören die Hyphen beinahe vollständig auf, in die Länge zu wachsen. Dagegen fangen sie an, sich reichlich dichotom zu teilen und sehr kurze Verzweigungen, die nach einiger Zeit an ihren Enden anschwellen, zu bilden. Gleichzeitig wachsen an den Rändern der Kolonie an den aëralen Hyphen Zygosporien in großer Anzahl und bilden eine mehr oder minder deutliche schwarze Linie rund um die Kultur. Wenn



man nun in derselben Petrischale in einiger Entfernung von der Kolonie die auf diesem oder irgend einem anderen Substrat aufgetretenen Sporen aussät, so keimen diese Sporen nicht in Hyphen, sondern vergrößern ihren Umfang, indem sie zu Kugeln von ziemlich bedeutender Größe anwachsen, so daß deren Durchmesser zuweilen zirka  $20\ \mu$  beträgt, während eine normale Spore nur  $4.35-5.65 \times 2.6-3.2\ \mu$  mißt.

Wenn man aber Sporen, die auf einem Substrat von 1% Glukose, 1%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  entstanden sind, auf reinen Agar oder auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton überträgt, so erhält man eine normal wachsende Kultur. Ebenso treten bei Übertragung auf Agarsubstrat mit 1% Glukose, 1%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  erst nach einigen Tagen Anzeichen der Hemmung des Bewegungswachstums auf.

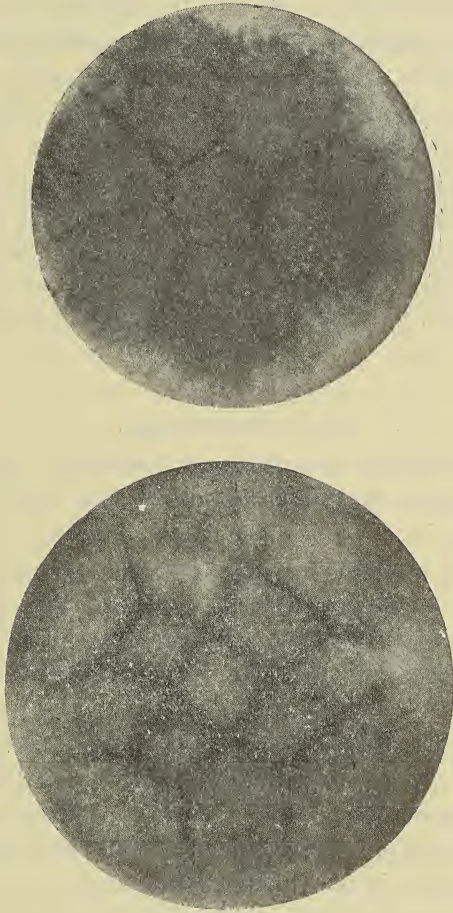
Zu Kugeln anwachsende Mucorsporen hat auch Brefeld (2) in Zitronensäure beobachtet. Diese Tatsache war auch Klebs (4) und Ritter (7) bekannt, der ihre Ursache in dem Säureeinfluß und der Konzentration sucht. Sowohl das Wachstum der Sporen in Gestalt von Kugeln sowie andere Erscheinungen weisen in meinen Versuchen auf Hemmung des Bewegungswachstums hin und lassen auch die Wirkung der Säure als Ursache vermuten. Da nämlich die Stickstoffnahrung hier in Gestalt von  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  zugeführt wurde, so steigerte der Mucor durch Verbrauch von  $\text{NH}_3$  allmählich den sauren Bestandteil. Diese Vermutung wird durch die Beobachtung Prof. Raciborski's für Basidiobolus bestätigt, daß das Wachstum wieder angespornt wird, wenn man an die Stellen, wo das Bewegungswachstum gehemmt erscheint, Magnesiapulver hinstreut. Dieselbe Beobachtung habe auch ich bei meinen Versuchen machen können, da die Hyphen bei Zusatz von Magnesia normal weiter wuchsen und die aus Sporen entstandenen Kugeln, falls sie nicht zu alt waren, sich zu Hyphen ausbildeten.

Da auf einem Substrat von höherer Konzentration (z. B. mit 10% Glyzerin) die Hemmung des Bewegungswachstums noch deutlicher auftritt, so scheint es, daß eine Erhöhung der Konzentration die Hemmung des Bewegungswachstums ebenfalls steigert.

#### Fruchtformen an der Berührungsstelle zweier Kolonien.

Wenn man auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton den Mucor an einigen Stellen impft, so bemerken wir an der Berüh-

rungsstelle der sich erweiternden Kolonien eine deutliche schwarze Grenzlinie, die durch die reiche Bildung von Zygosporen markiert wird. Sporangien bilden sich hier in verhältnismäßig geringer Anzahl und die Menge der Zygosporen ist hier gewöhnlich ungefähr



Zwei Photogramme der Kulturen des Zyg. Moelleri in Petrischalen. An den Grenzen der Kolonien bilden sehr zahlreiche Zygosporen schwarze Striche.

zweimal größer als an anderen Stellen der Kolonie. Wenn man den Mucor an entsprechend gewählten Stellen der Schale impft, kann man mit jenen schwarzen Linien verschiedene Figuren erhalten, wie es auf den Photographieen zu sehen ist.

Nicht auf allen Substraten jedoch gelingt die Bildung der erwähnten schwarzen Linien, da die oft sich anhäufenden Mucorsekrete die einzelnen Kolonien voneinander trennen.

Eine solche Erscheinung beobachten wir z. B. bei einem Substrat von Agar mit 1% Pepton (ohne Glukose), oder bei Substraten von hoher Konzentration, z. B. mit 1% Pepton, 1% Glukose und 6% NaCl. Doch erhalten wir schon auf demselben Substrat mit 5% NaCl die oben erwähnten schwarzen Linien, wenn auch bedeutend weniger deutlich, als auf Substrat mit 1% Glukose und 1% Pepton ohne NaCl.

Ähnliche Anhäufungen von Fruchtformen erhält man auch auf andere Weise. Wenn man auf Agarsubstrat mit 1% Glukose und 1% Pepton ein Deckglas stellt, so erhält man an den Rändern des Deckglases schwarze Randlinien infolge der Anhäufung von vielen Zygosporen an dieser Stelle. Diese Tatsachen wurden nicht näher untersucht.

#### Schlußbemerkung.

Wenn wir die Ergebnisse unserer Versuche vergleichen, sehen wir, daß auf armen Substraten, wie z. B. auf destilliertem Wasser, das nur ganz geringe Nahrungsmengen von außen her erhält, sowie auf reinem Agar an Stellen, wo Sporen dicht geimpft wurden, meistens Sporangien entstehen. Daraus haben wir den Schluß gezogen, daß der Mucor mit Hilfe der Sporangien dann Früchte trägt, wenn die Zufuhr der Nährmittel zu den aëralen Hyphen erschwert ist. Unsere Vermutung scheint durch eine Beobachtung von O. Hagem bestätigt zu werden, daß auf sehr alten Kulturen, deren Nährmittel verbraucht sind, Sporangien erscheinen. In meinen Versuchen habe ich ebenfalls beobachtet, daß in alten Kulturen auf Substraten mit reinem Agar die Menge der Zygosporen im Verhältnis zu der der Sporangien geringer ist als in frischen. Da es mir aber nie gelang, eine frische Kolonie ohne Sporangien zu erhalten (wenn auch in einigen Fällen deren Anzahl im Verhältnis zu der der Zygosporen minimal war), so fehlte mir die Gelegenheit, für diese meine Beobachtung das Zahlenverhältnis der Sporangien und der Zygosporen in alten und neuen Kulturen festzustellen. Meine nach derselben Methode, wie bei Versuch 17, 18 erhaltenen Zahlen können keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben und deshalb kann ich die so gewonnenen Ergebnisse nicht für ganz sicher halten. Ich führe



indes hier einige Zahlen an, auf die ich meine Beobachtung stütze: Es wurde bei der Beschreibung der Einwirkung des Lichts gesagt, daß in Kulturen im Dunkeln 3 Tage nach der Impfung auf 100 Zygosporen 5—25 Sporangien gezählt wurden. Eine weitere, nach 15 Tagen vorgenommene Zählung ergab auf 100 Zygosporen 60—110 Sporangien.

Was nun die äußeren Bedingungen anbelangt, so haben wir festgestellt, daß Sporangien entstehen:

1) bei niedriger Temperatur, zirka 4—5° C, sowohl auf Substrat mit reinem Agar als auch mit 1% Glukose und 1% Pepton,

2) bei verhältnismäßig hoher Konzentration (6% NaCl) mit 1% Glukose und 1% Pepton bei Zimmertemperatur und

3) wahrscheinlich auch in sehr starkem Licht auf Substrat von reinem Agar. Charakteristisch ist, daß alle diese Faktoren auf das Wachstum der Kolonien hemmend wirken.

Hingegen die Transpiration, von der die Wachstumsgeschwindigkeit nicht abhängt, hat auf die Fruchtform auch keinen Einfluß.

Daher ist es nicht ausgeschlossen, daß niedrige Temperatur, hohe Konzentration und Licht die Bildung von Sporangien dadurch begünstigen, daß sie die Zufuhr der Nahrung zu den aëralen Hyphen erschweren.

Umgekehrt erleichtern hohe Temperatur (zirka 22° C), schwache Konzentration des Substrats und Lichtmangel die Zufuhr der Nährmittel, mithin auch deren Anhäufung in den aëralen Hyphen, und aus diesem Grunde begünstigen diese Faktoren die Bildung von Zygosporen.

Beachtung verdient noch die Tatsache, daß auf einem aus 1% Glukose, 1%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  bestehenden Substrat unter dem Einfluß von Säure sich Anzeichen von Hemmung des Bewegungswachstums bemerkbar machen und daß am Rande der Kolonie in großer Menge Zygosporen auftreten, die schwarze Randlinien rund um die Kolonie bilden. Eben solche schwarze, durch Anhäufung von Zygosporen gebildete Grenzlinien erhält man an der Berührungsstelle zweier Kolonien z. B. auf Substrat von 1% Glukose, 1% Pepton oder auch auf Agarsubstrat am Rande eines Deckglases, bevor die Kolonie ausgewachsen ist.

Vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1907 und 1908 im botanisch-physiologischen Laboratorium in Dublany bei Lwów ausgeführt.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, dem Leiter der Anstalt, Herrn Prof. Dr. M. Raciborski, für das Interesse, sowie Seine wertvolle Hilfe, die er mir bei der Ausführung der Arbeit in Rat und Tat angedeihen ließ, meinen innigsten Dank auszusprechen.

### Zitierte Literatur.

- 1) Blakeslee A. Fr. Sexual Reproduction in the Mucorineae. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XL, 1904.
- 2) Brefeld O. Mucor racemosus und Hefe, Flora, 1873 (zitiert nach Klebs 4)).
- 3) Hagem Oscar. Untersuchungen über Norwegische Mucorineen I. (Videnskabs-Selskabets Skrifter I. Math.-Naturw. Klasse, 1907, Nr. 7.).
- 4) Klebs G. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, 1896.
- 5) Moeller A. Untersuchungen über ein- und zweijährige Kiefern im märkischen Sandboden (S. A. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 1903, Heft 5).
- 6a) Raciborski M. Studya mykologiczne (Rozpr. Akad. Umiejęt. Kraków, 1899, T. XIV, str. 35.).
- 6b) Raciborski M. Über Schrittwachstum der Zelle. Bull. Internation. de l'Académie des Sciences de Cracovie. 1907.
- 7) Ritter G. Über Kugelhefe und Riesenzellen bei einigen Mucoraceen (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Heft 5, 1907).
- 8) Schroeter I. 1886. Über die auf Hutpilzen vorkommenden Mucorineen. Jahresb. d. schles. Ges. f. vaterl. Kult.
- 9) Vuillemin P. Importance taxinomique de l'appareil zygosporé des Mucorinées. (Bull. Soc. myc. de France, T. XIX).

55. *O budowie, sposobie życia i rozwoju jawańskiej żaby latającej (Rhacophorus reinwardtii Boie)*. Doniesienie tymczasowe. — *Über Bau, Lebensweise und Entwicklung des javanischen Flugfrosches (Rhacophorus reinwardtii Boie)*. Vorläufige Mitteilung. Note de M. **M. SIEDLECKI** m. c.

Während unseres halbjährigen Aufenthaltes in dem zoologischen Laboratorium des botanischen Gartens in Buitenzorg auf Java ist es uns gelungen, eine große Anzahl von Exemplaren des bekannten javanischen Flugfrosches (*Rhacophorus reinwardtii* Boie) zur Beobachtung zu bekommen; es war uns möglich, die Tiere sowohl im Freien als auch in der Gefangenschaft längere Zeit zu beobachten und die Entwicklung sowohl aus den im Freien gefundenen als auch aus den im Laboratorium gelegten Eiern zu studieren.

In der vorliegenden vorläufigen Mitteilung wollen wir die Hauptresultate der Untersuchungen in allermöglichster Kürze zusammenstellen, wobei wir uns vorwiegend nur auf die bis jetzt unbekannten und am lebenden Material gesammelten Beobachtungen beschränken werden.

1. Das bei der Untersuchung verwendete Material stammte größtenteils aus dem botanischen Garten in Buitenzorg, wo ich in einer aus *Acalypha*- und *Sanchesia*-Sträuchern bestehenden Allee sehr viele Tiere gefunden habe; außerdem wurden mir aus der Umgebung von Buitenzorg mehrere Exemplare gebracht.

In der Umgebung von Buitenzorg leben, soweit bis jetzt bekannt, nur zwei Arten von *Rhacophorus*, nämlich *R. reinwardtii* Boie und *R. leucomystax* Boul.; beide Arten sind in allen Stadien des Lebens leicht voneinander zu unterscheiden, worauf wir in der abschließenden Arbeit eingehend hinweisen werden.

2. Die beiden Geschlechter von *R. reinwardtii* sind in erwachsenem Zustande sehr stark voneinander verschieden; dagegen ist es nur auf Grund anatomischer Untersuchung möglich, die unerwachsenen Weibchen von den Männchen zu unterscheiden. Das erwachsene Weibchen ist fast um ein Drittel länger und doppelt so breit wie das erwachsene Männchen. Durchschnittlich ist ein Weibchen 76 mm lang, wogegen das Männchen nur 52 mm erreicht; die Breite des Weibchens beträgt durchschnittlich 38 mm, die des Männchens nur 20 mm. Die Proportionen des Körpers der beiden Geschlechter sind jedoch nicht sehr verschieden.

Ein sehr leicht nachweisbarer Unterschied der beiden Geschlechter besteht im Bau des Stimmapparates: bei den Männchen ist er viel größer und stärker als bei den Weibchen. Die durchschnittliche Länge der Stimmritze beim erwachsenen Männchen beträgt zirka 6 mm, beim erwachsenen Weibchen jedoch nur 4·2 mm.

3. Die Färbung der beiden Geschlechter des *R. reinwardtii* ist gleich; nur sind die Farben des Männchens lebhafter als die des Weibchens. Die Rückenseite des Tieres ist, wie bekannt, grün gefärbt, dieselbe Farbe ist auch auf einzelnen Teilen seiner Vorder- und Hinterbeine vorhanden. Die Seiten des Körpers und die ventrale Seite der Extremitäten sind gelb; der Bauch ist orange- und weißgefleckt. Die grüne Farbe der Tiere wechselt sehr stark je nach der Farbe der Umgebung, in der sie sich befinden; auf lichtgrünen Sträuchern gefangene Exemplare sind weißlichgrün, auf dunklen



oder roten Blättern lebende dunkelgrün gefärbt. Alle in der Nacht gefangenen Tiere haben immer eine dunkle saftgrüne Hautfärbung, die jedoch des Morgens in lichter Grün übergeht. Der Farbenwechsel, der auf Verstellung der Hautpigmentzellen beruht, kann auch durch chemische oder mechanische Reizung der Haut hervorgerufen werden; wahrscheinlich ist er eine reflektorische Erscheinung.

4. Die grüne Färbung der Haut kann als Schutzfärbung betrachtet werden, umso mehr da das auf Blättern oder Zweigen unbeweglich sitzende Tier immer eine solche Stellung einnimmt, daß alle grün gefärbten Körperteile nach außen gekehrt und alle gelben oder weißen verborgen gehalten werden. In dieser Ruhestellung zieht das Tier die Vorder- und Hinterbeine an sich und steckt die Finger und Zehen unter den Bauch; die grünen Hautlappen an den Extremitäten erweitern sich, der Kopf schmiegt sich an die Unterlage an, die Pupillen der Augen werden geschlossen. Von oben gesehen, gleicht das Tier einem grünen Klumpen, der einem Blatte irgend eines Baumeiphyten nicht unähnlich aussieht. Das Tier nimmt immer eine solche Ruhestellung ein, daß seine Augen von der Lichtquelle nicht getroffen werden.

5. In Ruhestellung kann *R. reinwardtii* sich sowohl an horizontalen als auch an vertical stehenden Flächen ansetzen. An den letzteren hält er sich fest sowohl mit Hilfe der großen Haftscheiben, die an den Fingern und Zehen entwickelt sind, als auch dadurch, daß er sich mit der ganzen klebrigen Unterseite des Körpers an die Unterlage fest anschmiegt; dabei bilden die Konturen des ganzen Körpers eine geschlossene Linie. Die präanalen Hautfalten schmiegen sich dicht an die Hinterbeinfalten an; diese erstrecken sich bis zu den kleinen Zehen, deren Enden unter den Ellenbogen verborgen sind; von den Ellenbogen gehen die Hautfalten bis zu den Fingern, die wiederum unter den Kopf geschoben sind. Wenn man ein auf einer Glasscheibe in Ruhestellung sitzendes Tier von unten beobachtet, hat man den Eindruck, als wenn die Körperkonturen einen großen Saugnapf bildeten; in der Tat bildet die Unterseite des Körpers nur eine große klebrige Fläche, die dem Tier das Festhalten erleichtert.

6. Die Haftscheiben, die an den beiden Extremitätenpaaren stark entwickelt sind, haben eine Struktur, die in großen Zügen an die von Schuberg bei *Hyla arborea* beschriebene erinnert. In einer später zu publizierenden Arbeit gedenken wir den Bau und die

Funktionen der Haftscheiben eingehender zu berücksichtigen; hier wollen wir nur betonen, daß der Hauptunterschied zwischen den genannten Organen von *Hyla* und von *Rhacophorus* vor allem in einer verschiedenen Ausbildung des Skelettes und der Lymphgefäße der Extremitäten besteht. Bei *Rhacophorus* ist zwischen dem letzten und dem vorletzten Finger gliede ein Interkalarknöchel eingeschaltet, das bei keiner anderen Froschgattung (mit Ausnahme von *Ixalus*) vorkommt. Der Knochen des letzten Finger gliedes ist gabelförmig. Die Bewegung der beiden letzten Finger knöchel ermöglicht eine Erweiterung oder eine Zusammenschnürung der Lymphbahnen, was wiederum eine Anschwellung oder eine Erschlaffung der Haftscheiben verursacht. Die angeschwollenen Haftscheiben funktionieren nicht als Saugnäpfe, sondern nur als stark klebrige Flächen; ihre Klebrigkeit wird durch ein fetthaltiges Sekret der zahlreichen Drüsen erhöht.

7. Die Bewegungen des *R. reinwardtii*, die ihm den Namen des „Flugfrosches“ gebracht haben, bestehen bekanntlich darin, daß das Tier während des Sprunges die stark entwickelten Schwimmhäute breit ausspannt und die Extremitäten so an den Körper hält, daß hiedurch sein Umfang stark vergrößert wird. Die Schwimmhäute bilden also eine Art von Fallvorrichtung, welche die Erschütterung des Körpers beim Erreichen der Erde in beträchtlicher Weise mildert. Wir haben aber oft beobachtet, daß *R. reinwardtii* die senkrechte Richtung seiner Fallbewegung durch rasche und kräftige Bewegungen der ausgebreiteten „Flughäute“ in eine schiefe oder sogar spirale verwandelt.

Die breiten „Flughäute“ stellen eine sehr große und dabei klebrige Fläche dar; beim Sprunge auf ein Blatt oder auf einen Stamm erleichtern sie das rasche Ankleben an die glatte Unterlage.

8. Die geschlechtlichen Vorgänge waren bis jetzt bei *Rhacophorus reinwardtii* gänzlich unbekannt; von anderen *Rhacophorus*-Arten wurde nur *R. schlegelii* (Ikeda) eingehender studiert. Die Begegnung der beiden Geschlechter, die Paarung und die Eierablage geschehen regelmäßig auf den Blättern der Sträucher und Bäume. Die Kopulation beginnt am Abend, die Eierablage geschieht am frühen Morgen. Während der Paarung umklammert das Männchen den Leib des Weibchens und läßt sich von demselben auf die Blätter der Bäume tragen. Sobald die Zeit der Eierablage naht, klebt sich das Weibchen mit den Vorderbeinen auf



einem Blatte fest, zieht die Hinterbeine hoch hinauf, so daß seine Fersen über der Analöffnung zu liegen kommen; das Männchen nimmt ebenfalls dieselbe Position an. Sobald ein Ei zusammen mit einer schleimigen Substanz abgelegt wird, beginnen beide kopulierenden Tiere die Hinterbeine gleichzeitig zu bewegen, wodurch der ausgeschiedene Schleim zu Schaum geschlagen wird. Mehrere Eier (bis 90) bilden zusammen mit dem schaumigen Schleime einen Klumpen, der vom Weibchen zwischen den Blättern befestigt wird. In dem Schaumklumpen liegen alle Eier voneinander getrennt; jedes Ei ist von eigener Hülle umgeben. Der anfangs sehr lockere und zähflüssige Schleim wird an der Luft fester; er bildet um die Eier eine Schichte, welche die Wärme schlecht leitet und dieselben wahrscheinlich vor zu starker Insolation schützt. Die chemischen Proben ergaben, daß der Schleim nur eine sehr geringe Menge von Eiweiß enthält; wahrscheinlich kann er also nur eine ganz untergeordnete Rolle bei der Ernährung der sich entwickelnden Eier spielen.

9. Die reifen, unbefruchteten Eier haben einen Durchmesser von 2.85 bis 3.25 mm; sie sind kugelig, gelblich-weiß und haben an dem immer nach oben gekehrten Pol eine kreisrunde, lichtere, wenig Dotter enthaltende Stelle. In der Mitte des lichter Hofes ist eine kleine Einsenkung sichtbar, die wahrscheinlich einer Art von Mikropyle entspricht. Der lichtere Hof stellt den animalen, der gelbliche, dotterreiche Teil den vegetativen Pol des Eies dar.

10. Die Spermatozoiden von *R. reinwardtii* sind sehr lang und erinnern an die von *Pelobates fuscus* oder *Hyla arborea*. Ihr Schwanz besteht aus einem Bündel von feinen Fibrillen, die jedoch nur an leicht gequollenen Exemplaren gut sichtbar sind. In gewöhnlichem, nicht destilliertem Wasser quellen die Spermien sehr rasch; ihr Schwanz rollt sich zusammen, und die Bewegungen hören fast augenblicklich auf. Nur im Eierschleime oder im Blutserum von *Rhacophorus* bleiben sie lange Zeit normal; diese Beschaffenheit hängt wahrscheinlich mit der Art der Kopulation zusammen.

11. Die Furchung der Eier von *R. reinwardtii* weicht sehr beträchtlich von der Art dieses Vorganges bei anderen Anuren ab; nähert sich aber der Furchung des Salamandereies oder der einiger Ganoiden und Dipneusten (*Amia*, *Lepidosteus*). Es ist eine totale, inäquale und auf dem vegetativen Pole so sehr verlangsamte Furchung, daß sie ein Bild der partiellen Furchung vortäuschen kann.



Die erste Furche, die sich etwa nach 100 Minuten nach der Eiablage bildet, geht durch den oberen Pol des Eies quer durch und erstreckt sich zuerst nur bis zur Grenze des animalen Teiles. Sehr langsam geht sie nachher auf den vegetativen Teil des Eies über; ehe sie aber die untere Hälfte des Eies erreicht, entsteht schon an ihren beiden Seiten eine zweite Furche. Diese steht senkrecht zu der ersten; die beiden Teile derselben berühren oft die erste Furche nicht an einer und derselben Stelle, so daß dadurch ein schiefes Kreuz entstehen kann. Der zweiten Furche parallel und senkrecht zur ersten bilden sich die dritten Furchen, die in gleichen Abständen und zu beiden Seiten der zweiten entstehen. Die Enden der dritten Furchen teilen sich gabelförmig und eine Abzweigung derselben berührt die zweite Furche. Auf diese Weise werden am oberen, animalen Pol des Eies vier Zellen abgegrenzt. Wenn man die erste und die zweite Furche als meridional bezeichnet und alle die kleinen Furchen, die die vier Zellen äußerlich abgrenzen, gemeinsam als eine Furche betrachtet, so muß man dieselbe als eine latitudinale ansehen. Der dritten Furche parallel werden jetzt neue kleine Furchen gebildet, die zusammen eine zweite Reihe von vier Zellen um den animalen Pol abgrenzen. Zu gleicher Zeit erstreckt sich aber nur die erste Furche bis zum vegetativen Pol.

Sehr oft treten schon bei der Entstehung der zweiten Furche Unregelmäßigkeiten in der Furchung auf, die nachher zur Bildung ungleich großer Zellen um den animalen Pol führen können. Diese Bilder sind jedoch nicht als pathologisch zu betrachten, denn auch aus solchen Eiern können sich normale Larven entwickeln.

Die weitere Furchung verläuft sehr kompliziert, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann; sie führt zur Bildung von mehreren kleinen Zellen auf dem animalen Pol, wogegen auf dem vegetativen sich nur einige sehr große Zellen abgrenzen.

12. Schon in diesem Stadium, wo sich nur etwa 40 Zellen auf dem animalen Pole gebildet haben, ist die erste Andeutung der Furchungshöhle sichtbar; von dem Momente an beginnt das Umwachsen des vegetativen Eiteiles durch die sich stets vermehrenden Zellen des animalen Poles. Dieser Vorgang führt zur Bildung von Blastula und in weiterer Entwicklung zur Gastrulation; die beiden Prozesse, die nur auf Grund eines genauen Studiums der Schnittserien verständlich werden, sollen erst in unserer definitiven Arbeit näher besprochen werden.

13. Die erste Andeutung des sich später auf der Oberfläche des Eies entwickelnden Embryos entsteht als eine lichte Linie, die mit einem Ende den Gastrulamund berührt; bald nach seinem Erscheinen werden an seinem anderen Ende die Anlagen der späteren Gehirnblasen sichtbar. Von diesem Augenblicke an geht die weitere Entwicklung sehr rasch vor sich; die Gehirnblasen heben sich stark von der Oberfläche des Eies ab, die Kiemenbogen werden angedeutet; nach der Schließung des Urmundes rundet sich der hintere Teil des Embryos ab und beginnt sich vom Eidotter abzuheben; zu derselben Zeit werden die ersten Myomere sichtbar. Der Embryo liegt immer auf der Oberfläche des Eies und erinnert sehr an die Embryonen mancher Ganoiden und Dipnoër. Hand in Hand mit der Vermehrung der Myomeren hebt sich der hintere Teil des Embryos gänzlich vom Dotter ab und wird zum langen Schwanze. Dieser ist immer nach der linken Seite um den Dotter gebogen; dadurch wird die Analöffnung nach rechts verschoben, was für die Larven aller Arten von *Rhacophorus* charakteristisch ist. Der Kopf wächst sehr stark und rasch; unmittelbar darunter bildet sich die erste Anlage des Herzens, in welches die sich gleichzeitig auf dem Dotter bildenden Venen von beiden Seiten münden. Endlich ist auf einem großen Dottersacke eine Kaulquappe gebildet, die sehr lebhaft an Fischembryonen erinnert; sie bewegt sich in den Eihüllen und kann diese schließlich zerreißen. Auf diese Weise gelangt die Froschlarve in den die Eier umgebenden Schleim; nach einiger Zeit erscheinen die ersten Pigmentzellen an ihrer Oberfläche und in diesem Stadium ist sie gewöhnlich schon zum Leben im freien Wasser fähig.

14. Das Tempo der Entwicklung des *R. reinwardtii* ist sehr schnell. Die erste Furche entsteht in 1 Stunde 40 Min. bis 2 St. nach der Eiablage, die zweite Furche nach 2 St. 45 Min., die dritte nach 3 St. 15 Min., die vierte nach 4 Stunden. Nach 20 St. ist die erste Anlage des Embryos als ein Streifen sichtbar, nach 40 St. sieht man schon alle Gehirnblasen, nach 50 St. sind die ersten Myomere schon gebildet, nach 70 St. sieht man schon die Kiemenbogen, nach 80 St. ist der Schwanz der Larve schon vom Dotter abgetrennt und nach 96 St. kann die schon gebildete Kaulquappe die Eihüllen verlassen. Nach 120 Stunden, d. i. am fünften Tage nach der Eiablage ist die Larve zum Leben im Freien befähigt.

Die so sehr rasche Entwicklung von *R. reinwardtii* hängt wahr-

scheinlich nicht nur von der guten Ernährung der mit reichem Dotter versehenen Larven, sondern auch von der hohen Temperatur ab, in der die Entwicklung normalerweise vor sich geht.

15. Wie oben gesagt, gelangen die Larven nach dem Zerreißen der Eihüllen in den sie umgebenden Schleim. Dieser wird während des Ausschlüpfens der Larven aus dem Ei teilweise verflüssigt, so daß die Larven den Eiballen verlassen können, gewöhnlich aber spielt bei der Befreiung der Larven aus dem Schleimschaume der Regen eine wichtige Rolle; der Schleim wird durch Regenwasser erweicht und teilweise verflüssigt und die Larven können von den Wasserströmen abgespült werden. Nur ein kleiner Teil der die Eiballen verlassenden Larven gelangt ins Wasser, wo die weitere Entwicklung stattfindet; ein großer Teil geht wieder durch Austrocknen zugrunde.

16. Im freien Wasser schreitet die Entwicklung der Larven nur langsam fort; bis zur Ausbildung der ersten Anlage der Hinterbeine vergehen 90 Tage; bis zur Entstehung der Zehen sind gegen 110 Tage nötig. Das Tempo der Entwicklung in den späteren Stadien scheint von der Ernährungsweise der Larven abzuhängen.

17. Das ganze Leben von *Rhacophorus reinwardtii* Boie, sein Körperbau, die Art und Weise der geschlechtlichen Vorgänge, die Beschaffenheit der Eier und der Spermatozoiden und endlich die Entwicklungsweise bilden eines der schönsten Beispiele der Anpassung an das Leben auf den Bäumen, wie sie sehr oft in den tropischen Gegenden beobachtet werden kann.

Buitenzorg (Java), 25. Mai 1908.

- 
56. *Wpływ przyspieszenia odśrodkowego na rozwój zarodków żaby. — Die Gestaltungsvorgänge der in verschiedenen Entwicklungsstadien zentrifugierten Froschkeime.* Mémoire de Mme **B. KONOPACKA**, présenté par M. K. Kostanecki m. t.

(Planches XXV, XXVI et XXVII).

### Einleitung.

Die ersten Anfänge der Studien über den Einfluß der Schwerkraft auf die Entwicklung der Froscheier sind bei Pflüger zu



suchen (45—47). Es stand fest, daß die Achse des befruchteten Eies eine zum Horizont senkrechte Lage einnimmt, d. h. mit der Richtung der Schwerkraft zusammenfällt. Pflüger wollte sich nun überzeugen, ob dieselbe einen Einfluß auf den Bau und die Entwicklung des Eis ausübt. Zu diesem Zweck versetzte er die Eier in eine Zwangslage und zwar derart, daß deren Achse, die den animalen Pol mit dem vegetativen verband, nicht in der Richtung der Schwerkraft verlief. Es stellte sich heraus, daß die erste Furche, ganz unabhängig von der Lage der Eiachse, senkrecht gerichtet war und je nach der Lage der Achse Winkel von verschiedener Größe mit derselben bildete. Im weiteren Verlauf des Furchungsprozesses ging die Teilung der oberen Eipartie viel schneller von statten als die der unteren, und die Medianebene eines aus einem solchen Ei sich entwickelnden Embryos hatte gleichfalls eine senkrechte Lage.

Aus diesen Tatsachen zog Pflüger den Schluß, daß sowohl der Verlauf des Furchungsprozesses als auch die Stellung der Medianebene des Embryos von der Schwerkraft abhängig seien und diese somit ein gestaltendes Moment in der Entwicklung bilde.

Die weiteren Forschungen haben jedoch gezeigt, daß die Resultate der Pflügerschen Arbeit anders gedeutet werden müssen. Schon im folgenden Jahre hat Born (1), welcher die Experimente Pflügers wiederholte und die Durchschnitte der von der senkrechten Richtung divergierenden Eier untersuchte, gefunden, daß unter der äußeren Rindenschicht, welche unverändert bleibt, in dem Ei selbst eine Umordnung der Bestandteile stattfindet, indem die leichtere Plasmasubstanz nach oben steigt, während das schwerere Deutoplasma nach unten sinkt. Auf diese Weise hat Born gezeigt, daß Pflüger diejenigen Vorgänge, welche in anormal zur Schwerkraftsrichtung gelagerten Eiern sich abspielen, nicht berücksichtigt hat, und daß somit diese scheinbare Abhängigkeit des Entwicklungsprozesses von der Wirkung der Schwerkraft darauf zurückzuführen ist, daß die Froscheier aus verschiedenen Substanzen bestehen, die sich in ihren spezifischen Gewichten wesentlich voneinander unterscheiden und durch die Wirkung der Schwerkraft übereinandergeschichtet werden. Definitiv ist diese Frage von Roux (48) gelöst worden. Um die gestaltende Wirkung der Schwerkraft auszuschalten, ließ er die Entwicklung der Froscheier unter solchen Bedingungen von statten gehen, daß die Eier fortwährend ihre Lage zur

Schwerkraftsrichtung ändern mußten. Er brachte die Eier auf eine Zentrifuge, die um eine horizontale Achse drehbar war. Die Zahl der Umdrehungen, sowie der Radius waren so gewählt, daß die Zentrifugalkraft auf die Eier keinen Einfluß ausübte und die Eier während des Rotierens stetig ihre Lage änderten. Ein anderer Versuch wurde bei einem größeren Radius vorgenommen, wobei die Längsachse der Eier beim Rotieren mit der Richtung der Zentrifugalkraft zusammenfiel. Sowohl bei dem ersten, wie auch bei dem zweiten Versuch ging die Entwicklung in vollständig normaler Weise vor sich. Eine weitere Versuchsreihe hat Roux in der Weise angestellt, daß er auf der Zentrifuge zur Hälfte mit Wasser gefüllte Reagensgläser befestigte und in diese die Eier brachte. Beim Rotieren floß das Wasser mit den Eiern während jeder Umdrehung zweimal von einem Ende des Reagensrohres zum anderen, so daß sich dieselben auf diese Weise ununterbrochen in unregelmäßiger Bewegung befanden und somit weder die Schwer- noch die Zentrifugalkraft irgend eine konstante gestaltende Wirkung auf sie ausüben konnten. Trotzdem verlief ihre Entwicklung ganz normal. Aus diesen Versuchen zog Roux den Schluß, daß die Schwerkraft für die Entwicklung der Froscheier nicht unbedingt notwendig sei und daß sie auf dieselben keinen gestaltenden Einfluß ausübe.

Diese Anschauungen Roux' bekämpfte O. Schultze (57—59, 62—64), der die Schwerkraft als einen für die Entwicklung unbedingt notwendigen Faktor hinstellte. Doch sowohl seine, wie auch Moszkowskis (42, 43) Ansichten, daß die Schwerkraft bei den Froscheiern eine doppelseitige Symmetrie verursache, wurden endgültig durch die Versuche Kathariners (21, 22), Roux' (54) und Morgans (29) widerlegt.

Neben den oben zitierten Arbeiten, die die Frage nach der unbedingten Notwendigkeit der Schwerkraft für die Entwicklung der Froscheier zu lösen suchten, gibt es eine ganze Reihe von anderen interessanten Arbeiten über den Einfluß der Schwerkraftwirkung. Da nun die Zentrifugalkraft auf den Inhalt des Eis denselben Einfluß ausübt wie die Schwerkraft, so ließen sie auf die Froscheier eine Zentrifugalkraft einwirken, die die Schwerkraft beträchtlich überwog. Begonnen wurden diese Versuche von Hertwig (18) im Jahre 1898. Er brachte die Eier 3 Stunden nach der Besamung, d. h. unmittelbar vor dem Auftreten der ersten Furche, auf eine Zentrifuge von 147 Umdrehungen in einer Minute und einem Ra-



dius von 14—40 cm und setzte sie 24 und mehr Stunden der rotierenden Bewegung aus. Eier, welche auf einer Zentrifuge von 40 cm Radiuslänge rotiert wurden, starben schon am nächsten Tage ab, während andere, die einer geringeren Schwungkraft ausgesetzt waren, entwicklungsfähig blieben und eine meroblastische Furchung aufwiesen. An Schnittflächen solcher Eier konnte man sehen, daß sie sich anfänglich holoblastisch gefurcht hatten, da sich am vegetativen Pol noch 1—2 Furchen erkennen ließen. Später traten die Teilungsprozesse nur am animalen Pol auf, wo sich eine Zellscheibe bildete. Unter dieser Scheibe lag eine Plasmaschicht, in welcher Kerne zerstreut waren. Hertwig betrachtet diese als analog mit der Merocytschicht der Vogeleier. Bei anderen Versuchen brachte Hertwig die Eier auf die Zentrifuge gleich nach der Besamung. Es hat sich herausgestellt, daß sie in diesem Falle in viel höherem Grade beschädigt wurden, als diejenigen, welche in einer späteren Periode auf die Schwungmaschine kamen. Nach 24 Stunden zeigte ihr Bau tiefgreifende Veränderungen. Am animalen Pol sah man eine kleine Zellscheibe, unter dieser befand sich eine homogene Plasmaschicht, die durch eine große Menge von Pigment charakterisiert war. Den ganzen Rest —  $\frac{3}{4}$  des Eivolumens — nahm gleichfalls undifferenziertes Deutoplasma ein. Solche Eier waren einer weiteren Entwicklung nicht mehr fähig.

Bei minder beschädigten Eiern, wie auch bei denjenigen, welche drei Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht wurden, ging die Entwicklung weiter vor sich. Die Gastrulation hat in dem gefurchten Teil des Keimes stattgefunden und aus dieser Entwicklung resultierten Embryonen mit großem Dotterpfropf im Blastoporus. Hertwig gibt weiter an, daß man auch auf ganz normale Entwicklung rechnen kann, wenn nur das Zentrifugieren rechtzeitig eingestellt wird.

Die Ergebnisse dieser Experimente erklärt Hertwig durch die Annahme, daß unter dem Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung die Differenzierung der Eisubstanzen bedeutend genauer als unter dem Einfluß der Schwerkraft erfolgt: Die Dotterkörnchen von größerem spezifischem Gewicht sammeln sich auf dem vegetativen Pol an, so daß der animale Pol dotterfrei erscheint und in seiner Nähe sich nur das Hyaloplasma sammelt. Da auch die Kerne, deren Substanz sich durch geringeres spezifisches Gewicht auszeichnet, in die Nähe des animalen Poles verlagert werden, wird infolge dieser Um-



ordnungsvorgänge in den Keimbestandteilen der holoblastische in diskoidalen Furchungstypus geändert.

Morgan (30) hat die Eier im 2., 4. 128. Blastomerenstadium auf die Zentrifuge gebracht und ließ sie 7—10 Stunden rotieren. Die zentrifugale Beschleunigung betrug 7, 13, 19  $g$ <sup>1)</sup>. Die Entwicklung verlief nicht normal. Morgan konnte an diesen Embryonen verschiedene Defekte feststellen. Aus solchen Keimen sah er die Embryonen mit Spina bifida, seitliche, vordere, Spinal-Halbembryonen u. s. w. herstanmen. Da es aber keine speziellen Abnormitäten waren, die lediglich auf die Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung zurückzuführen wären, sondern genau solche, wie sie von anderen Forschern infolge von mechanischen oder chemischen Einwirkungen erhalten wurden, so schloß Morgan daraus, daß die zentrifugale Beschleunigung keine irgendwie gestaltende Rolle spielt, sondern vielmehr auf die untere Hemisphäre der Eier vernichtend einwirkt, so daß sich diese infolgedessen zu Halbembryonen oder zu Embryonen mit Spina bifida entwickeln.

Mit dem Studium des Einflusses der Zentrifugalkraft auf unbefruchtete Eier haben sich näher Hertwig (19) und Wetzell (65) befaßt<sup>2)</sup>.

In den bisher besprochenen Arbeiten waren die Veränderungen in der Struktur der zentrifugierten Eier nicht berücksichtigt. Ihre Erforschung verdanken wir Gurwitsch (12), welcher Wassermolch- und Froscheier der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung aussetzte, dadurch die Struktur des Plasmas veränderte und die Restitutionsfähigkeit derselben untersuchte. In der ersten Versuchsreihe brachte er Wassermolcheier auf die Zentrifuge und ließ sie 4—5 Stunden lang rotieren. Die bei diesen Versuchen angewandte Zentrifugalkraft war gering. Nach dem Zentrifugieren fanden sich am animalen Pol keine Dotterkörnchen mehr vor, sondern nur eine einheitliche Plasmamasse. Trotzdem aber die Dotterkörnchen von hier aus gewaltsam entfernt worden waren, ließ sich dennoch keine Spur von früherer Plasmastruktur nachweisen. Im Gegenteil, das Plasma zeigte eine schön ausgebildete netzartige Struktur. Daraus folgert Gurwitsch, daß das Plasma während des fünfständigen schwachen Rotierens die Möglichkeit und auch Zeit

<sup>1)</sup> Mit  $g$  wird überall die Beschleunigung der Schwerkraft bezeichnet.

<sup>2)</sup> Auf diese Arbeiten werden wir weiter unten noch näher eingehen.

genug hatte, die durch das Zentrifugieren veränderte Struktur wiederherzustellen. In seinen weiteren Versuchen unterwarf Gurwitsch die Froscheier der Wirkung einer sehr starken zentrifugalen Beschleunigung eine Viertelstunde lang. Dabei trat eine Differenzierung des Eiinhalts in drei Schichten auf, an der Spitze des Eis sammelte sich eine Flüssigkeit, die er nach Bütschli „Enchylemma“ nennt, darunter befand sich eine kompakte Plasmamasse und in der vegetativen Hemisphäre die Dotterkörnchen. Im Verlauf von 24 Stunden wird die Struktur solcher Eier von neuem restituiert (vergl. Gurwitsch), die Eier furchen sich und sind im Blastulastadium bereits vollständig geteilt; nur der animale Pol bleibt auch weiterhin frei von Dotterkörnchen. Auf Grund dieser Versuche gelangt Gurwitsch zu dem Schluß, daß man das Ei-plasma auf mechanischem Wege von den Dotterkörnchen befreien und es eines großen Teiles der Flüssigkeit berauben kann, ohne daß dessen Lebensfähigkeit dadurch beeinträchtigt wird. Die in dem beschädigten Plasma stattfindenden Restitutionsprozesse beruhen darauf, daß das Protoplasma die vorher verdrängte Flüssigkeit wieder resorbiert und auf diese Weise weniger konsistent wird. Gurwitsch ist der Meinung, daß diese Tatsachen erst dann verständlich werden, wenn wir annehmen, daß dem Ei-plasma der flüssige Aggregatzustand zukommt. Bei den Regulationsvorgängen wird eine Neuorganisation des Protoplasmas erlangt, „welche mit der Beschaffenheit des gewöhnlichen natürlichen Protoplasmas der dotterfreien Keimscheiben ganz identisch ist und unbedingt als feinwabig im Sinne Bütschlis aufgefaßt werden muß. Es muß daraus gefolgert werden, daß letztere Struktur nicht die eigentliche vitale, d. h. die notwendige Grundlage der vitalen Eigenschaften der betreffenden Zelle ist, sondern ihrerseits Erzeugnis einer uns unbekannten ultramikroskopischen Beschaffenheit des Plasmas ist“.

Der Einfluß einer kurzandauernden, starken Zentrifugalkraft auf die Eier unmittelbar nach ihrer Besamung ist in der letzten Zeit von Morgan (40) an Froscheiern und von Lyon (25) an Eiern von Seesternen untersucht worden. Aus diesen Arbeiten geht hervor, daß unter der Einwirkung einer starken Zentrifugalkraft sich die verschiedenen Eisubstanzen je nach ihrem spezifischen Gewicht schichtenweise übereinanderlagern. Morgan brachte die Eier auf die Zentrifuge bald nach ihrer Besamung. Die Zahl

der Umdrehungen betrug 1600 in der Minute, die Entfernung vom Zentrum betrug  $11\frac{1}{2}$  cm, die Zeit, während der die Eier zentrifugiert wurden, 2—10 Minuten. Nach dem Zentrifugieren konnte man in den Eiern drei Schichten unterscheiden: das gelbe Plasma am animalen Pol, einen Pigmentstreifen in der Äquatorialzone und das weiße Deutoplasma am vegetativen Pol. Die Furchung dieser Eier hat sich von dem normalen dadurch unterschieden, daß die dritte Furche, welche bekanntlich bei der normalen Furchung horizontal verläuft, bei den Versuchsobjekten wie die zwei ersten Furchen vertikal steht. Erst die vierte Furche verlief wagerecht. Solche Eier entwickelten sich zu normalen Embryonen, die nur durch den Mangel an Pigment in der Kopfgegend charakterisiert waren. Stärker beschädigte Eier lieferten Embryonen, bei denen Defekte in dem vorderen Teil des Nervensystems auftraten.

Sowohl Hertwig (18) (wenigstens, was seine erste Arbeit anbelangt), als auch Morgan (30) ließen die Eier längere Zeit hindurch auf der Zentrifuge liegen, so daß sich dieselben unter dem Einfluß der auf sie einwirkenden zentrifugalen Beschleunigung entwickeln mußten. Veränderungen in den frühesten Entwicklungsstadien wurden von ihnen gar nicht untersucht. Es steht also nicht fest, ob das Ergebnis ihrer Untersuchungen das Resultat der Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf ein ganz bestimmtes Entwicklungsstadium war — und auf welches —, oder ob dieses Ergebnis davon abhängig war, daß die Eier während ihres Entwicklungsganges überhaupt zentrifugiert wurden.

In vorliegender Arbeit, deren Thema ich Herrn Prof. Emil Godlewski iun. verdanke und die ich unter seiner Leitung ausgeführt habe, will ich mich darum damit befassen, die Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf die einzelnen Frühstadien der Entwicklung bezüglich ihrer zeitlichen Grenzen genau zu bestimmen und festzustellen, welchen Einfluß das Zentrifugieren der Eier in einem jeden dieser Stadien auf ihren weiteren Entwicklungsgang ausübt.

Der Einfluß auf eines dieser Stadien, und zwar auf die Eier unmittelbar nach ihrer Besamung ist allerdings bereits von Morgan (40) untersucht worden. Da es sich aber gezeigt hat, daß das Zentrifugieren der Eier in diesem Stadium keinen Einfluß auf den weiteren Entwicklungsverlauf ausübt, so war es um so mehr nötig



zu untersuchen, auf welches Stadium man einwirken muß, um bestimmte Veränderungen hervorzurufen.

Aus den Ergebnissen der Arbeit von Gurwitsch würde hervorgehen, daß in den Versuchen Hertwigs (18) und Morgans (30) die Regulation in den Eiern bei langanhaltendem, langsamem Rotieren noch während der Wirksamkeit der Kraft stattfindet. Darum wäre es von großer theoretischer Bedeutung zu erfahren, ob eine kurze Einwirkung einer starken zentrifugalen Beschleunigung auf das lebende Ei denselben Einfluß ausübt, wie die langanhaltende und langsame, und zwar bei derselben Beschränkung auf nur ein Entwicklungsstadium. Weiterhin drängt sich bei der Beobachtung der Regulierungsprozesse die Frage auf, ob die Regulierungsfähigkeiten der Eier, welche beim Zentrifugieren beschädigt wurden, mit den Entwicklungsprozessen zusammenhängen, oder ob sie nur auf einer mechanischen Umordnung der kleinen Eielemente beruhen. Um also die Abhängigkeit der Regulierungsprozesse von den Entwicklungsprozessen festzustellen, wurde die Entwicklung der beim Zentrifugieren beschädigten Eier bei verschiedenen Temperaturen untersucht, und zwar auf Grund der Tatsache, daß das Tempo der Entwicklungsprozesse von der Temperatur abhängig ist.

#### Arbeitsmethoden.

Die Untersuchungen wurden im Frühjahr 1906 und 1907 ausgeführt. Als Material verwendete ich Eier von *Rana fusca*, welche in Glasgefäßen oder auf Objektträgern künstlich befruchtet wurden.

Um die Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung nur auf ganz bestimmte Stadien zu beschränken, wandte ich bei meinen Versuchen folgende zwei Methoden an: die erste beruhte auf langandauerndem und langsamem Zentrifugieren der Eier, deren Entwicklungstempo künstlich verlangsamt war, die zweite auf starker Rotation von kurzer Dauer.

Bei der ersten Methode benutzte ich zum Zweck der Verlangsamung des Entwicklungstempos die Erniedrigung der Temperatur, wobei ich von der längst bekannten Tatsache ausging, daß die Entwicklung sowohl der tierischen wie auch der pflanzlichen Organismen in niedrigen Temperaturen bedeutend langsamer verläuft, als in höheren.

Mit dem Einfluß niedriger Temperaturen auf die Entwicklung von Froscheiern haben sich O. Hertwig (17) und O. Schultze

(60, 61) beschäftigt. Hertwig hebt hervor, daß die Empfindlichkeit der Eier gegen niedrige Temperaturen in verschiedenen Entwicklungsstadien verschieden ist und daß sich die Eier gleich nach der Befruchtung erst in einer Temperatur von  $+6^{\circ}\text{C}$  ohne Nachteil entwickeln können. Ebenso hat auch Schultze gezeigt, daß eine Temperatur von  $0-1^{\circ}\text{C}$  auf Eier, die soeben befruchtet worden sind, einen nachteiligen Einfluß ausübt, daß jedoch Eier, die sich 14 Tage lang in dieser Temperatur entwickelt hatten, sich vollständig erholen und normal weiter entwickeln können, wenn sie in Zimmertemperatur gebracht werden. Beide Autoren stimmen auch darin überein, daß durch eine Temperaturniedrigung bis zu  $0^{\circ}\text{C}$  die Entwicklung der Eier nicht völlig aufgehoben, dagegen in erheblichem Maße verzögert werden kann.

Indem ich bei meinen Versuchen von der Temperaturniedrigung Gebrauch machte, stützte ich mich teilweise auf die von den beiden angeführten Autoren erhaltenen Ergebnisse, teilweise habe ich auch selbst einige Kontrollversuche ausgeführt, in denen ich den Einfluß von niedrigen Temperaturen auf die Entwicklung der Froscheier studierte. Da aus den oben zitierten Arbeiten hervorgeht, daß eine Temperatur von  $0-1^{\circ}\text{C}$  einen schädlichen Einfluß auf die Eier ausübt und da es mir ferner nur darum zu tun war, eine beträchtliche Verlangsamung des Entwicklungstempos herbeizuführen, so habe ich in meinen Versuchen die Temperatur nicht bis zu  $0^{\circ}$ , sondern nur bis zu  $2-3^{\circ}\text{C}$  erniedrigt. Wie es sich herausgestellt hat, konnten sich die Eier in diesen Temperaturen entsprechend langsamer aber vollständig normal entwickeln. Übrigens beließ ich bei den Versuchen über die Wirkung der Zentrifugalkraft die Eier nur gegen 5 Stunden in dieser Temperatur, später brachte ich sie in Zimmertemperatur. Um Sicherheit zu erlangen, daß das Stehenlassen der Eier während dieser Zeit in einer Temperatur von  $2-3^{\circ}\text{C}$  keinen nachteiligen Einfluß auf die Entwicklung ausübt, stellte ich bei jedem Versuche gleichzeitig zwei Kontrollversuche mit nichtzentrifugierten Eiern an: eine Portion der letzteren befand sich in Zimmertemperatur, während die andere der Versuchstemperatur von  $2-3^{\circ}$  ausgesetzt war. Sobald also im Hauptversuch die Eier bei einer Temp. von  $2-3^{\circ}\text{C}$  auf die Zentrifuge gebracht wurden, stellte ich gleichzeitig zum Kontrollversuch eine gleiche Portion in einen Thermostaten, in dem gleichfalls eine Temperatur von  $2-3^{\circ}\text{C}$  herrschte, und ließ sie dort so lange stehen,



als das Zentrifugieren andauerte. Darauf wurde sowohl die Hauptversuchs- wie auch die Kontrollprobe zur weiteren Entwicklung in eine Temperatur von 12—15° C gebracht. Indem ich auf diese Weise neben den rotierten Eiern gleichzeitig eine Kontrollprobe normaler Eier nacheinander denselben Temperaturen aussetzte, war ich in der Lage festzustellen, ob die Veränderungen, welche bei der Entwicklung der rotierten Eier zutage traten, eine Folgeerscheinung der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung waren, oder ob auch daneben Erscheinungen zur Geltung kamen, die als Resultat der Temperaturerniedrigung aufgefaßt werden mußten.

Die Entwicklungsverzögerung, die ich durch eine solche Erniedrigung der Temperatur erhalten habe, war ziemlich beträchtlich. Setzte ich z. B. die Eier gleich nach ihrer Besamung der Temperatur von 2—3° C aus, so trat die erste Furche nicht wie bei der Temperatur von 12—15° C nach 3 Stunden, sondern erst nach 5—6 Stunden ein. Zum Zentrifugieren der Eier bei niedriger Temperatur bediente ich mich folgender Vorrichtung. In einen mit Eis gefüllten Blechkasten stellte ich ein mit einem Deckel versehenes Glasgefäß, sodaß es ganz von Eis umgeben war, und in dieses brachte ich die auf Objektträgern liegenden Eier. Jedes Gefäß faßte mehrere solche Gläser, die auf Glasuntersätzen übereinander aufgestellt waren. Die Temperatur im Innern der Glasgefäße betrug 2—3° C. Der Blechkasten war auf der Drehscheibe in folgender Weise befestigt: An die Scheibe schraubte ich einen Holzrahmen an, welcher eine Achse trug. Auf dieser war der Blechkasten beweglich angebracht, so daß die Achse durch den oberen Teil des Kastens unmittelbar unter dem Deckel lief und das Gleichgewicht labil war. Während des Rotierens drehte sich der Kasten um diese Achse um 90° und auf diese Weise lagen die Eier, welche auf ihren Glasuntersätzen dem Boden des Gefäßes parallel ruhten, mit ihrer Längsachse in der Richtung der Zentrifugalkraft.

Während des Rotierens stieg die Temperatur im Innern der Gefäße schon nach  $\frac{3}{4}$  Stunden und das geschmolzene Eis mußte durch frisches ersetzt werden. Aus diesem Grunde mußte das Zentrifugieren während jedes Versuches mehrere Male unterbrochen werden, was leider die Genauigkeit der Versuchsergebnisse bis zu einem gewissen Grade beeinträchtigte.

Die Zentrifuge wurde durch einen Heißluftmotor betrieben. Die maximale Tourenzahl, die sich erzielen ließ, betrug 210 in der Mi-



nute, und diese Geschwindigkeit wurde durchwegs bei den Versuchen angewandt. Die Umdrehungszahl wurde mittels eines besonderen Tourenzählers gemessen. Die Größe der zentrifugalen Beschleunigung berechnete ich nach folgender Formel, deren sich auch Roux (48) in seiner Arbeit bedient.

Die Beschleunigung  $v = \frac{4 \pi^2 r}{t^2}$ , wo  $r$  den Radius der beschriebenen Kreisbahn,  $t$  die Umlaufszeit bedeutet. Wenn wir  $t$  durch  $n$  ausdrücken, wo  $n$  die Tourenzahl bedeutet, so ist

$$t = \frac{1}{n} \text{ daher: } v : g = 4 \pi^2 r n^2 : g.$$

$$\text{Setzen wir: } \frac{v}{g} = x, \text{ so ist } x = \frac{4 \pi^2 r n^2}{g}.$$

$x$  ist ausgedrückt in Einheiten der Schwerkraft. Bei den Versuchen wählte ich einen Radius von 18–24 cm, so daß die Zentrifugalkraft das 10- und 12-fache der Schwerkraft betrug.

Bei der zweiten Methode benutzte ich eine Handzentrifuge, auf der sich bis 1600 Umdrehungen in der Minute erzielen ließen. Der Radius betrug 4–11 cm. Die Größe der Zentrifugalkraft wurde nach derselben Formel berechnet. Sie betrug im Innern der Glasröhren, in denen sich meist die Eier befanden, 228  $g$ . — An der Achse der Zentrifuge waren 2 Metallröhrchen angebracht, die während des Rotierens eine wagerechte, mit der Richtung der Zentrifugalkraft übereinstimmende Lage einnahmen.

Die Eier legte ich auf Objektträger und brachte diese in mit Wasser gefüllte Reagensgläser, welche in den Metallröhren steckten. Während des Zentrifugierens drehten sich die Eier in den aufgequollenen Gallerthüllen und stellten sich mit ihrer Längsachse in die Richtung der Zentrifugalkraft ein. Der animale Pol war der Achse der Zentrifuge zugekehrt.

Die Präparate aus den Versuchsobjekten wurden nach folgendem Verfahren gemacht: Die Eier wurden in Perenyi'scher Flüssigkeit fixiert und mit Alkohol von verschiedener Konzentration — mit 30% angefangen — behandelt. Die Häute wurden in 80% Alkohol abgenommen. Zum Färben der Schnitte benutzte ich eine Mischung von Wasserblau und Eosin. Die Kerne färbten sich blau, die Dotterkörnchen im Plasma rot mittels Eosin, das Protoplasmanetz blau. Diese Methode war insofern sehr praktisch, als sich die Kerne schon in den früheren Entwicklungsperioden vorzüglich färb-

ten, was sich bei Benutzung von Hämatoxylin nicht erreichen läßt; gleichzeitig kam auch die Differenzierung der Substanz, wie sie bei der Zentrifugierung auftritt, sehr deutlich zur Geltung.

Die Versuche über den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf die einzelnen Entwicklungsstadien der Froscheier teilte ich in mehrere Serien, bei denen beide Methoden zur Anwendung kamen. In der ersten Serie untersuchte ich den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf unbefruchtete Eier, in Serie II den Einfluß auf befruchtete, aber noch nicht gefurchte, in Serie III auf Eier im Stadium zweier Blastomeren, in Serie IV auf solche im Stadium von 8 Blastomeren. Beim Studium der Regulationsprozesse, die in zentrifugierten Eiern auftraten, benutzte ich zum Teil diejenigen Ergebnisse, die ich bei den Versuchen über den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung erhalten habe, zum Teil führte ich einige spezielle Versuche aus, wobei ich mich der beiden vorigen Methoden bediente. Um den Einfluß der Temperatur auf die Regulationsprozesse zu untersuchen, setzte ich die rotierten Eier vier verschiedenen Temperaturen aus. Die niedrigste betrug 4—5° C, da ein längeres Verweilen in einer Temperatur von 2—3° C möglicherweise die Entwicklung beeinträchtigen konnte. Eine zweite Eierportion brachte ich in einen Thermostaten, der auf 10° C gestellt war, der dritte Teil war im Zimmer aufgestellt, wo die Temperatur 12—15° C betrug, der vierte endlich in einem Thermostaten mit einer konstanten Temperatur von 20° C. Neben jeder Portion zentrifugierter Eier war eine Kontrollportion nicht zentrifugierter der Einwirkung derselben Temperatur unterworfen.

## I. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf nicht-befruchtete Eier.

Schon in der Einleitung habe ich der Arbeiten Hertwigs (19) und Wetzels Erwähnung getan, die sich mit dem Einfluß der Zentrifugalkraft auf nicht befruchtete Eier befaßt haben. Die beiden angeführten Autoren bedienten sich einer Zentrifuge, die bei 40 cm Radiuslänge 300 Umdrehungen in der Minute machte, und zentrifugierten die Eier 3½ Stunden lang. Die Eier waren auf der Zentrifuge in Zwangslage angebracht und ihre Richtung genau orientiert. Ein Teil war während des Zentrifugierens mit dem animalen Pol der Zentrifugenachse zugekehrt; solche Eier furchten sich nach der Besamung und entwickelten sich zu Embryonen mit

*Spina bifida*. In anderen Versuchen war der vegetative Pol der Zentrifugenachse zugekehrt. Nach der Befruchtung entwickelten sich diese Eier, doch sie drehten sich nicht um und blieben mit ihrer hellen vegetativen Hemisphäre nach oben gerichtet. Die Furchung zeigte sich zuerst am hellen Pol, der sich auch fernerhin viel rascher furchte, als der dunkle, nach unten gerichtete Pol, so daß in der Blastula die hellen Zellen bedeutend kleiner waren als die dunklen. Es zeigte sich somit eine Umkehrung des Furchungsprozesses.

In dieser Versuchsreihe mit unbefruchteten Eiern mußte ich die Methode, die ich bei Eiern in anderen Entwicklungsstadien anwandte und die ich im methodischen Teile beschrieben habe, ein wenig abändern. Es handelte sich nämlich darum, die Eier in ihren möglichst normalen Daseinsbedingungen der Wirkung der Zentrifugalkraft auszusetzen. Darum nahm ich die Eier aus dem Frosch nicht heraus, sondern tötete ihn und brachte ihn auf eine Zentrifuge mit 210 Umdrehungen in der Minute, wobei die Zentrifugalkraft je nach der Länge des Radius das 12- bis 15-fache der Schwerkraft betrug. Bei Benützung einer Handzentrifuge mit 1500 Umdrehungen in der Minute, auf deren Scheibe der ganze Frosch nicht Platz finden konnte, legte ich auf dieselbe die Eier in dem unterbundenen Eierstock. Sofort nach dem Aufhören des Rotierens wurden die Eier besamt.

In der ersten Versuchsreihe mit unbesamten Eiern benutzte ich eine Zentrifuge mit 210 Umdrehungen in der Minute. Die Eier wurden im Frosch 5 Stunden lang zentrifugiert. Nach der Besamung verblieb ein Teil der Eier nicht umgedreht, so daß die vegetative Halbkugel wenigstens zum Teil nach oben gerichtet war.

Aus der Beobachtung der weiteren Entwicklung dieser Eier ergab sich, daß die erste Furche in normaler Zeit erschien. Die nicht umgedrehten Eier furchten sich gleichfalls und gerade bei diesen, sowie bei einem Teil der nicht umgedrehten ging die Furche nicht durch die Eiachse, sondern war seitlich verschoben, so daß das eine Blastomer größer war als das andere. Das Bild eines solchen Zweizellenstadiums entspricht demjenigen, welches auf Fig. 2 abgebildet ist. In ihrer weiteren Entwicklung regulierten sich die Eier und ergaben normale Embryonen oder Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus, in welchem ein beträchtlicher Dotterpfropf wahrnehmbar war; außerdem



blieb bei einem geringen Prozentsatz von Eiern, bei denen die erste Furche seitlich auftrat, ein Teil der Eioberfläche, etwa die Hälfte oder ein Viertel, ungeteilt. Die Grenze zwischen dem geteilten und dem ungeteilten Teil verlief senkrecht oder schräg. Aus solchen Eiern entwickelten sich Halbembryonen<sup>1)</sup>.

Ich habe vier solche Versuche ausgeführt. Ihre quantitativen Ergebnisse stellen sich folgendermaßen dar:

Versuch 28. Die erste Furche trat seitlich auf bei 3% von Eiern. Die weitere Entwicklung ergab 70% normaler Embryonen und 6% Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus. Die übrigen Eier waren abgestorben.

Versuch 28/III. Die erste Furche war verschoben bei 3% Eier, 10% furchten sich partiell, 2% davon regulierten sich, während 8% sich zu Halbembryonen entwickelten. Von den übrigen Eiern entwickelten sich 52% zu normalen Embryonen, während 38% abstarben.

Die beiden anderen Versuche ergaben der Hauptsache nach fast die gleichen Resultate.

In der zweiten Versuchsreihe bediente ich mich zum Zentrifugieren einer Handzentrifuge, und zwar in der oben beschriebenen Weise. Während der eine Eierstock zentrifugiert wurde, verblieb der andere als Material für Kontrollversuche im Leibe des Frosches. Nach beendetem Zentrifugieren teilte ich die Eier des zentrifugierten, wie auch die des nichtzentrifugierten Eierstockes in Portionen und fügte ihnen Sperma hinzu. Wenn man die zentrifugierten Eier von außen betrachtete, so konnte man feststellen, daß bei vielen von ihnen der animale Pol etwas heller war als bei den nichtzentrifugierten. Aus den Schnitten der Eier, die gleich nach dem Rotieren fixiert wurden, ersah man, daß ihre Struktur sogar nach 30 Minuten langem Rotieren keine wesentlichen Veränderungen erlitten hatte. Das Auftreten der helleren Nüance am animalen Pol, wie aus Fig. 1 ersichtlich, beruht darauf, daß daselbst ein schmaler Streifen von Hyaloplasma bloßgelegt worden ist. Im übrigen unterscheidet sich die Struktur des Restes der Eimasse in nichts von derjenigen des normalen Eies.

Was den Verlauf des Furchungsprozesses selbst anbelangt, so läßt sich feststellen, daß die erste Furche bei einem gewissen Prozentsatz der Eier seitlich verschoben, bei den übrigen dagegen in normaler Lage auftrat. Die Verschiebung der Furche fand beson-

<sup>1)</sup> Ihre nähere Beschreibung folgt an anderer Stelle.

ders bei denjenigen Eiern statt, bei denen die gelbe Plasmasubstanz am animalen Pol bloßgelegt war.

Die weitere Entwicklung dieser Eier verlief normal; nur eine geringe Anzahl entwickelte sich zu Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus. In zwei Versuchen beobachtete ich bei der Furchung einiger von ihnen, daß sich nur die Hälfte eines jeden derselben furchte (was dem auf Fig. 3 abgebildeten Embryo ungefähr entspricht) und daß daraus Halbembryonen resultierten. Sonst aber regulierten sich die Eier von selbst, und sogar die helle Färbung am animalen Pol verschwand im Verlauf der Entwicklung, so daß oft die Blastulae ganz normal gefärbt waren.

Auf diese Weise habe ich 8 Versuche ausgeführt, deren Resultate miteinander übereinstimmten. Als Beispiel mögen die quantitativen Ergebnisse aus 2 Versuchen dienen.

Versuch 31. Dauer des Zentrifugierens 20 Minuten. Die erste Furche seitlich verschoben bei 19% Eier. Normale Embryonen entwickelten sich bei 40%, Halbembryonen bei 4%, 9% waren mit weit geöffnetem Blastoporus, 47% starben ab.

Versuch 34. Dauer des Zentrifugierens 30 Minuten. Die erste Furche seitlich verschoben bei 12% Eier. Normale Embryonen entwickelten sich bei 48%, Halbembryonen bei 3%, 5% waren mit weit geöffnetem Blastoporus, 44% starben ab.

Aus der Beschreibung des Verlaufes beider Versuchsreihen mit unbefruchteten Eiern kann man ersehen, daß sich solche Eier nach dem Zentrifugieren sehr verschieden verhalten. Die erste Furche tritt nur bei einem gewissen Teil der Eier seitlich auf, bei den übrigen dagegen gänzlich normal, dasselbe gilt auch in bezug auf die hellere Färbung am animalen Pol. Diese Verschiedenheit läßt sich am wahrscheinlichsten durch die verschiedene Lage der Eier auf der Zentrifuge erklären. In beiden Versuchsreihen waren die Gallert-hüllen der rotierten Eier nicht aufgequollen, die Eier konnten sich also in der Richtung der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung nicht drehen. Und da sie im Eierstock selbst die verschiedensten Lagen zur Senkrechten einnehmen, so befanden sie sich in beiden Fällen in Zwangslagen, ihre Stellung zur Zentrifugalkraftrichtung war verschieden. Die Analyse dieser Versuche stieß somit auf gewisse Schwierigkeiten. Es stand nämlich nicht fest, welche Lage die Eier während des Zentrifugierens innehatten, denn nach der Befruchtung konnten sich auch die in einer Zwangslage befindli-

chen Eier noch zum Teil drehen — wie schon die Versuche von Hertwig und Wetzell gezeigt haben. Aus der Lage der Eier nach der Befruchtung war also nur eine mutmaßliche Bestimmung ihrer Lage auf der Zentrifuge möglich. Um vollständig exakte Resultate zu erzielen, müßte man nur in genau bekannter Lage befindliche Eier zentrifugieren. Diese Versuchsreihe mit unbefruchteten Eiern wurde jedoch schon gegen das Ende der Saison ausgeführt, so daß keine Zeit mehr übrig blieb, die Untersuchungen in großem Umfange zu betreiben.

Obgleich also die erhaltenen Resultate keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen können, so lassen sich doch aus den angestellten Versuchen folgende Schlüsse ziehen:

Der Einfluß des Zentrifugierens auf die Struktur der unbefruchteten Eier kam nur sehr schwach zur Geltung.

Das Zentrifugieren nicht befruchteter Eier verursacht eine Verschiebung der ersten Furche nur bei einem gewissen Prozentsatz derselben.

Die Regulationsfähigkeit unbefruchteter Eier ist ziemlich bedeutend, da nur ein unerheblicher Teil von zentrifugierten Eiern sich zu anormalen Embryonen entwickelt.

## II. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf befruchtete ungefurte Eier.

In den Versuchen dieser Reihe sollte der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf befruchtete Eier untersucht werden, in denen die erste Furche noch nicht aufgetreten ist. Wie bekannt, beträgt der Zeitraum zwischen der Besamung und dem Auftreten der ersten Furche drei Stunden und während dieser Zeit vollzieht sich die Wanderung des Spermakopfes durch das Eiprotoplasma hindurch, der Kopulationsprozeß der Kerne und die erste Karyokinese des Furchungskernes, welcher aus der Verschmelzung des männlichen und des weiblichen Vorkerns entstanden ist.

Ich wollte zunächst feststellen, ob das Resultat des Zentrifugierens, wie es in der späteren Gestaltung des Embryos zutage tritt, dem Umstande zuzuschreiben ist, daß sich die Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf die Wanderung des Spermakopfes oder auf das Eintreten der Kopulation der Kerne geltend machte, oder ob es sich nun um den Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf den Verlauf der Karyokinese handelt.



Um dies festzustellen, mußten die Eier so lange zentrifugiert werden, als der jeweilige Entwicklungsprozeß vor sich ging. Aus den Arbeiten von O. Hertwig und Roux, sowie aus eigenen Beobachtungen an mikrotomisch zerlegten und in verschiedenen Zeiten nach der Besamung fixierten Eiern ließ sich die Zeitdauer des Befruchtungsprozesses genau feststellen: Der Samenfaden dringt eine Stunde nach der Besamung durch die Eihüllen in das Ei ein; in der weiteren halben Stunde vollzieht sich die Wanderung des Spermakopfes durch das Eioplasma, nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden nach der Besamung erreicht die Pigmentstraße, die der im Ei sich fortbewegende Samenkern zurückläßt, ihre definitive Länge und nach 2 Stunden ist die Verschmelzung des männlichen und des weiblichen Kerns bereits vollbracht. Nach 2 Stunden 45 Minuten, d. h.  $\frac{1}{4}$  Stunde vor dem Auftreten der ersten Furche, befindet sich der Kern, nach vollendeter Kopulation, im Stadium der Mitose. Um die Wirkung der Zentrifugalkraft auf die einzelnen Phasen dieser Periode zu beschränken, war es nötig, die Versuche in mehrere Gruppen einzuteilen. Aus diesem Grunde wurden die Eier, welche bei niedriger Temperatur mit einer Kraft von 12 und 15 g zentrifugiert werden sollten, entweder 15 Minuten nach ihrer Besamung oder erst  $1\frac{1}{2}$  Stunden nach derselben, d. h. in der Zeit, in welcher sich die Kopulation ihrer Kerne gerade vollzog, auf die Zentrifuge gebracht.

Bei Benützung einer Handzentrifuge, die eine ganz kurze Dauer der Einwirkung gestattet, ließ sich die Beschränkung der Wirksamkeit der Zentrifugalkraft auf die einzelnen Phasen dieses Entwicklungsstadiums noch genauer umgrenzen. Das Versuchsmaterial teilte ich also in 3 Portionen ein. Die erste setzte ich der Einwirkung der Zentrifugalkraft vor dem Eindringen des Samenfadens in das Ei aus (15 Minuten nach der Besamung der Eier), die zweite  $1\frac{1}{2}$ –2 Stunden nach der Besamung, d. h. gerade in der Zeit, in der sich die Kopulation des männlichen und des weiblichen Kerns vollzog, die dritte Portion endlich zentrifugierte ich in dem Augenblick, wo sich nach stattgefundener Kopulation der Kern im Mitosenstadium befand (2 St. 45 Min. nach Besamung der Eier).

#### 1. Die Eier wurden bei niedriger Temperatur mit einer Kraft von 10 und 12 g zentrifugiert.

Versuch XV d. Der Versuch begann am 9. IV. Um 2 Uhr 15 Min. nachmittags wurden die in 5 Portionen: *a*, *b*, *c*, *d* und *e* eingeteilten Eier besamt.

15 Minuten später, also um 2.30, brachte ich Probe *a* auf die Zentrifuge, die auf 2–3° C abgekühlt war, Probe *c* stellte ich in einen Thermostaten, der gleichfalls auf 2–3° C gestellt war. Portion *e* ließ ich als Kontrollmaterial im Zimmer bei einer Temperatur von 12–15° C stehen. Das Zentrifugieren dauerte 5 Stunden. Um 7.30 wurde Portion *a* von der Zentrifuge entfernt, Portion *c* gleichzeitig aus dem Thermostaten herausgenommen und beide wurden im Zimmer aufgestellt. Die Eier in diesen beiden Portionen waren noch nicht geteilt, während sie bei der Portion *e* sich bereits im Stadium von 4 Blastomeren befanden. Bei den Eiern der Portionen *a* und *c* zeigte sich die erste Furche eine Stunde nach ihrer Entfernung von der Zentrifuge. Bei den Eiern von *c* war ihre Lage völlig normal, während sie bei denjenigen von *a* an der Seite auftrat, ohne die beiden Pole zu berühren, wie man es in Fig. 2 in dem von oben betrachteten Ei sehen kann.

Was die Portionen *b* und *d* anbetrifft, so verblieben sie nach der Besamung in normalen Verhältnissen bei einer Temperatur von 12–15° C. Erst um 4 Uhr, also in der Zeit der Kopulation der Kerne, wurden die Eier auf die auf 2–3° C abgekühlte Zentrifuge gebracht, während Portion *d* als Kontrollprobe in den Thermostaten gelegt wurde, wo gleichfalls eine Temperatur von 2–3° C herrschte.

Portion *b* blieb 5 Stunden lang auf der Zentrifuge; um 9 Uhr wurde sie in normale Verhältnisse gebracht und gleichzeitig auch Portion *d* aus dem Thermostaten herausgenommen. Beide Portionen wurden in einer Temperatur von 12–15° C aufgestellt. Die erste Furche trat nach 1 Stunde auf, nachdem die Eier in normale Verhältnisse gebracht worden waren, d. h. um 10 Uhr. In den Eiern der Portion *b* lag die erste Furche seitlich, ähnlich wie bei denjenigen der Portion *a* (vergl. Fig. 2), während in der Portion *d* die Furchung gänzlich normal war. In ihrer weiteren Entwicklung verhielten sich die Eier der Portion *a* und *b* vollständig gleich, darum werden auch die bei ihrer Entwicklung auftretenden Erscheinungen im weiteren Verlauf dieser Arbeit zusammen behandelt werden.

Diese Eier regulierten sich entweder vollständig und furchten sich holoblastisch, wobei jedoch die Furchung am vegetativen Pol etwas langsamer verlief als bei normalen Eiern, oder aber ein Teil der Oberfläche blieb unfurcht. Im letzteren Falle hatte man jedoch nicht mit einer diskoidalen Furchung zu tun, sondern die Grenzfläche zwischen dem gefurchten und dem unfurchten Teil hatte eine vertikale Lage, wie es Fig. 3 zeigt, wo das Ei im Blastulastadium von oben gesehen dargestellt ist, bei dem etwas mehr als die Hälfte gefurcht ist.

Die Gastrulation der Eier der Portionen *a* und *b* war im Vergleich mit denjenigen der Eier von *c* und *d* um 1 Stunde verzögert. In den regulierten Eiern war ihr Verlauf normal, in den sich partiell furchenden dagegen zeigte sich die Dorsallippe ungefähr im Zentrum des gefurchten Teiles, unterhalb der Äquatorlinie. Blieb nur ein unbedeutender Teil des Eis unfurcht, so umfaßten die Seitenlippen den unfurchten Teil samt dem gefurchten Dotter und auf diese Weise regulierten sich die Eier; in den Fällen dagegen, wo die Hälfte des Eis unfurcht geblieben war, umfaßten die Lippen den gefurchten Dotterteil und verbanden sich seitlich mit dem Rande des gefurchten Teiles. Die Medullarwülste oder richtiger nur ihr vorderer Teil bildete sich in dem gefurchten Teile. Auch auf diesem Wege kamen unvollständige (vordere Halb-)Embryonen zustande.

Den rotierten Eiern verblieb jedoch im beträchtlichen Grade die Regulationsfähigkeit: in Portion *a* regulierten sich und gelangten zu normaler Entwicklung



zu Embryonen 52% der verwendeten Eier, in Portion *b* 54%. Der Rest entwickelte sich zu Halbembryonen oder ging zugrunde. Die durch fünfstündiges Zentrifugieren in der Eistruktur bewirkten Veränderungen beruhen darauf, daß das Pigment vom animalen Pol sich in Streifen nach innen zieht (Fig. 4). Beobachtet man die Eier unter einer stärkeren Vergrößerung, so findet man auch, daß das feinkörnige Plasma am animalen Pol etwas kompakter erscheint, als bei nichtzentrifugierten Eiern, während grobkörniges Deutoplasma den Rest des Eies einnimmt. Eine genaue Trennung der Schichten ist jedoch nicht vorhanden. Der Schnitt durch ein solches Ei nach der Teilung in zwei ungleiche Blastomeren ist in Fig. 5 dargestellt. Ein Kern findet sich in jedem Blastomer. (Zum Vergleich siehe Fig. 6 — normales Ei im Stadium zweier Blastomeren).

In derselben Weise führte ich noch zwei weitere Versuche, XIX d und XX, aus. Die erhaltenen Resultate bestätigten vollkommen die Ergebnisse des Versuchs XV. In dem einen Versuch betrug die angewandte Zentrifugalkraft 10 g, in dem anderen 14 g. Die Differenzen in den Ergebnissen waren jedoch äußerst gering.

Diese Versuchsreihe zeigt also, daß die Einwirkung einer 12 und 16 g betragenden Zentrifugalkraft während der Dauer von 5 Stunden auf die Eier, während ihrer Entwicklung von dem Augenblick der Besamung an bis zum Auftreten der ersten Furche folgenden Einfluß auf dieselben ausübt. Gleich nach ihrer Entfernung von der Zentrifuge sehen die Eier äußerlich normal aus, ihre mikrotomisch betrachtete Struktur ist nur wenig verändert. Daß jedoch der Effekt dieser Einwirkung ziemlich bedeutend ist, ersieht man daraus, daß in der Entwicklung der zentrifugierten Eier starke Abweichungen vom gewöhnlichen Furchungstypus und Strömungen in der Embryobildung zutage treten, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob die Zentrifugalkraft auf die Eier gleich nach ihrer Besamung oder erst 1½ Stunden später einzuwirken beginnt, äußert sich die Wirkung des Zentrifugierens in der Verschiebung der I. Furche, in partieller Furchung und in der Bildung unvollständiger Embryonen.

## 2. Die Eier wurden kräftig, jedoch kurz zentrifugiert.

### A) Das Zentrifugieren wurde 15 Min. nach der Besamung der Eier begonnen.

Der Einfluß einer starken Zentrifugalkraft auf dieses Entwicklungsstadium ist, wie ich bereits in der Einleitung erwähnt habe, schon früher von Morgan (40) untersucht worden. Meine Versuchsergebnisse stimmen mit den von ihm erhaltenen Resultaten vollständig überein. Darum führe ich sie hier nur kurz an, um die



Unterschiede zwischen der weiteren Entwicklung der in diesem Stadium zentrifugierten Eier und der Entwicklung von Eiern, die in anderen Stadien rotiert wurden, darzutun.

Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf dieses Stadium offenbart sich in tiefgreifenden Änderungen der Eistruktur. Während des Rotierens erleidet das Ei am animalen Pol eine Abplattung und die Eisubstanz lagert sich in der von Morgan geschilderten Weise in 3 Schichten übereinander (Fig. 7) und zwar liegt eine Schicht von hellem, gelbem Plasma am animalen Pol, ein Pigmentstreifen in der Äquatorialzone und das helle Deutoplasma am vegetativen Pol. Im Verlauf der Entwicklung verschwindet die Abplattung wieder, hingegen verbleibt die Schichtung der Substanz, wie aus Fig. 7 und 8 ersichtlich ist, welche Eier im 2-Blastomeren-Stadium im Ganzen und im Schnitt zeigen.

Sowohl der Verlauf der ersten als auch der weiteren Furchen war normal und diese Eier unterschieden sich nur durch die Gegenwart von gelber Plasmasubstanz am animalen Pol von den nicht-zentrifugierten.

Die Embryonen, die sich aus diesen Eiern entwickelten, waren gänzlich normal gebildet und unterschieden sich von denjenigen, welche aus den Kontrolleiern hervorgegangen waren, nur durch den Mangel an Pigment in der Kopfgegend.

Neben den normal gebildeten Quappen entstand aus den Eiern dieser Serie eine Anzahl merkwürdiger Monstra (Fig. 9, vergl. auch Fig. 10, eine normale Larve desselben Stadiums darstellend). Sie hatten keinen Kopf und der vordere Teil ihres Körpers bestand in einer angeschwollenen Blase. Diese Blasen waren, wie ihre Schnitte zeigten, mit geteilter und ungeteilter Dottermasse gefüllt, oder aber sie waren leer und ihre äußeren Wandungen bildete eine Schicht von Ekto- und Mesodermzellen. Der ganze hintere Körperteil mit dem Schwanz war normal ausgebildet. Oft hatten diese Monstra eine birnenförmige Gestalt und führten in den Eihüllen rotierende Bewegungen aus. Sie entwickelten sich nur bis zu dem in Fig. 9 dargestellten Stadium, weiter reichte ihre Ausbildung und ihr Wachstum nicht, obgleich sie noch eine Zeit lang am Leben blieben. Die Embryonen, welche als Kontrollobjekte gleichzeitig mit ihnen zur Entwicklung gelangten, übertrafen sie nach einiger Zeit an Länge um das 2—3-fache. Die Anzahl dieser Monstra war der Dauer des Zentrifugierens proportional, wie aus der weiteren Zusammenstellung

der Ergebnisse des Versuches XIV a ersichtlich ist. Die Lagerung der Eisubstanz in 3 Schichten begann erst nach 10 Minuten langem Rotieren, trat jedoch noch nicht allzu deutlich zum Vorschein. Die deutliche Schichtung zeigte sich vielmehr erst nach 15—20 Minuten, gleichzeitig aber stellte es sich auch heraus, daß man die Eier in diesem Stadium 25—30 Min. lang zentrifugieren konnte, ohne daß ein gewisser Prozentsatz von ihnen die Fähigkeit zur weiteren Entwicklung eingebüßt hätte.

Um darzutun, wie weit die Regulationsfähigkeiten der in diesem Stadium zentrifugierten Eier reichen, gebe ich hier eine Übersicht über die quantitativen Ergebnisse zweier Versuche.

Versuch XIV a. Nach 10 Minuten langem Zentrifugieren:

78% normaler Embryonen,  
2% Monstra,  
20% nicht regulierter Eier,

nach 15 Minuten langem Zentrifugieren:

53% normaler Embryonen,  
10% Monstra,  
37% nicht regulierter Eier,

nach 20 Minuten langem Zentrifugieren:

48% normaler Embryonen,  
22% Monstra,  
30% nicht regulierter Eier.

Versuch 33. Nach 20 Minuten:

29% normaler Embryonen,  
8% Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus,  
4% Monstra,  
59% abgestorben,

nach 25 Minuten:

34% normaler Embryonen,  
66% abgestorben,

nach 30 Minuten:

30% normaler Embryonen,  
70% abgestorben.

Es folgt daraus, daß die Wirkung des Zentrifugierens auf die Eier 15 Minuten nach der Besamung in einer tiefgreifenden Strukturänderung der Eisubstanz besteht. Die weitere Entwicklung derselben kann aber trotzdem normal sein und nur ein gewisser Prozentsatz stärker beschädigter Eier entwickelt sich entweder zu Mißbildungen ohne Kopf, oder stirbt im Laufe der Entwicklung ab.

## B. Die Eier wurden 1½ und 2 St. nach der Besamung zentrifugiert.

Die Versuche dieser Reihe wurden folgendermaßen durchgeführt:

Versuch XIV b. Die Eier wurden in 4 Portionen: *a*, *b*, *c*, *d* 1½ Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht.

Portion *a* rotierte 5 Minuten,

Portion *b* „ 10 „

Portion *c* „ 15 „

Portion *d* „ 20 „

Die Eier wurden durch das Zentrifugieren am animalen Pol nicht abgeplattet. Schon in Portion *a* trat die 3-teilige Schichtung äußerlich sichtbar ein, wie sie in der Versuchsreihe A beschrieben worden ist.

In Portion *b* war die Schichtung noch deutlicher und die Dottersubstanz am animalen Pol wies Faltenbildung auf.

In den Portionen *c* und *d* zeigte sich zwischen der gelben Hyaloplasmaschicht und dem Pigmentstreifen ein enger Streifen weißer Substanz; während die gelbe Substanz direkt nach außen herausgestülpt war, bildete sich ein Faltenhügel am animalen Pol (Fig. 11).

Den Schnitt eines Eis der Portion *d*, welches gleich nach der Entfernung von der Zentrifuge fixiert worden ist, zeigt Fig. 12. Man kann dort eigentlich 4 Schichten unterscheiden. Am animalen Pol geht der Schnitt durch die Falten, in welchen das vakuolisierte Plasma liegt (Fig. 12 v. h.), und die von außen wie Hügel aussehen. Sie erheben sich von den Seiten des Eis nach dem Zentrum zu, und ihre untere Grenze bezeichnet ein doppelter Pigmentstreifen. In diesen Falten befindet sich das nur schwach gefärbte Hyaloplasma (vh.). Zahlreiche Vakuolen treten innerhalb des letzteren auf, besonders unmittelbar unter der Oberfläche, wenn auch die ganze übrige Plasmamasse von ihnen durchsetzt ist. Eine große Menge winziger Pigmentkörnchen liegt in ihr verstreut. Darunter liegt eine Schicht sehr kompakten hell aussehenden Plasmas (h. p.), welches ein dichtes Netz mit äußerst kleinen, nur unter Immersionsvergrößerung sichtbaren Maschen bildet. Mit Wasserblau wird es intensiv blau gefärbt und Pigmentkörner fehlen hier gänzlich. Im Zentrum befindet sich eine stark vakuolisierte Schicht, deren blau gefärbtes Plasma mit großen, mit Eosin sich rot färbenden Hyaloplasmakörnern und einer großen Menge von Pigmentkörnern vermischt ist (*p* + *pg*). Der ganze untere Teil des Eis wird von kompaktem Deutoplasma (*d*), welches sich intensiv rot färbt, ausgefüllt.

Was die Entwicklung der zentrifugierten Eier anbetrifft, so blieb die Schichtenlagerung der Substanz auch weiterhin bestehen und



nur die Faltenbildung am animalen Pol verschwand nach einiger Zeit. Der Einfluß des Zentrifugierens zeigte sich schon während der ersten Furchung: bei 50% der Eier war die erste Furche, welche das Makro- und Mikromer abschnitt, seitlich verschoben (Fig. 13). Der Schnitt durch ein solches Ei, welches in zwei ungleiche Blastomeren sich zu teilen anfängt, ist in Fig. 14 dargestellt. Die dreiteilige Schichtenlagerung der Substanz ist geblieben, die Kerne liegen zur Eiachse unsymmetrisch, von der seitlich verlaufenden Furche ungefähr gleich weit entfernt.

Während der weiteren Entwicklung teilte sich derjenige Teil des Eis, wo sich das Mikromer gebildet hatte, bedeutend schneller als die Makromerpartie.

In Fig. 15 sehen wir einen Durchschnitt durch ein solches Ei, in dem nur die Mikromerpartie gefurcht ist, während der ganze übrige Eiteil mit ungeteilter Masse und darin verstreut liegenden Kernen ausgefüllt ist. An den Makromeren entstanden flachere und unregelmäßigere Furchen, die sich dann oft vollständig glätteten, so daß an ihrer Stelle neue entstehen konnten. Oft aber blieb die ganze Hälfte (Fig. 16) oder ein etwas kleinerer Teil des Eis (Fig. 17) ungefurcht. Ein bedeutender Teil derartig gefurchter Eier starb teilweise vor der Gastrulation im späten Blastulastadium ab. Bei einem gewissen Prozentsatz von partiell gefurchten Eiern fand aber die Gastrulation dennoch statt. Die dorsale Blastoporuslippe zeigte sich alsdann unterhalb des Äquators des gefurchten Keimteiles, ähnlich wie bei normalen Eiern; die lateralen Lippen umfaßten den geteilten Dotterteil und vereinigten sich mit dem Rande des geteilten Eiteiles (Fig. 18). Ein Querschnitt durch eine solche späte Hemigastrula ist in Fig. 19 dargestellt. Aus Eiern mit einer derartigen Gastrulabildung entwickelten sich Halbembryonen.

Die übrigen Eier regulierten sich entweder während der Furchung oder erst während der Gastrulation und entwickelten sich zu normal ausgebildeten Embryonen, die nur durch den Mangel an Pigment in der Kopfgegend sich von den letzteren unterschieden, oder aber es entstanden daraus Monstra, wie sie Fig. 9 zeigt.

In derselben Weise führte ich noch 5 Versuche aus, die übereinstimmende Resultate ergaben.

Als Beispiel führe ich die quantitativen Ergebnisse zweier von ihnen an.

Versuch XIV b. Dauer des Zentrifugierens 5 Minuten:

75% normaler Embryonen, 25% nichtreguliert,

nach 10 Minuten:

44% normaler Embryonen, 11% Hemiembryonen, 19% Monstra, 26% nichtreguliert,

nach 15 Minuten:

44% normaler Embryonen, 8% Hemiembryonen, 34% Monstra, 14% nichtreguliert,

nach 20 Minuten:

22% normal, 9% Hemiembryonen, 69% nichtreguliert.

Versuch XXI. Die Eier wurden 2 Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht. Dauer des Zentrifugierens 10 Minuten:

40% normale Embryonen, 16% Hemiembryonen, 44% nichtreguliert.

nach 15 Minuten:

12% norm. Embryonen. 12% Hemiembryonen, 76% nichtreguliert.

Aus den Versuchen dieser Reihe geht also hervor, daß die Zentrifugalkraft in der Struktur der im Stadium der Kernkopulation befindlichen Eier bedeutende Veränderungen verursacht, die in einer dreiteiligen Schichtenlagerung der Eisubstanz, analog wie bei Serie A bestehen.

Im Vergleich jedoch mit dem Verhalten derjenigen Eier, welche schon 15 Minuten nach der Besamung derselben Einwirkung ausgesetzt waren (Serie A), lassen sich folgende Unterschiede feststellen:

Eier, welche 2 Stunden nach der Besamung zentrifugiert werden, platten sich während des Zentrifugierens nicht ab.

Der Einfluß des Zentrifugierens macht sich bei ihnen bedeutend eher geltend, als bei den Eiern der Serie A.

Die weitere Entwicklung der in diesem Stadium zentrifugierten Eier wird beträchtlich modifiziert: die erste Furche ist seitlich verschoben, ein gewisser Teil der Eier furcht sich partiell und entwickelt sich zu unvollständigen Embryonen. Die Regulationsfähigkeit der Eier im Stadium der Kernkopulation ist geringer, als die derjenigen, die 15 Minuten nach der Besamung rotiert wurden.

#### C. Die Eier wurden 2 Stunden 45 Minuten nach der Besamung zentrifugiert.

Die in diesem Stadium zentrifugierten Eier verhalten sich ähnlich wie die während der Kernkopulation (Serie B) zentrifugierten und unterscheiden sich von den letzteren nur dadurch, daß sie während des Zentrifugierens abgeplattet werden.

Die Wirkung der Zentrifugalkraft auf ihre Struktur besteht wie in den anderen Stadien in der Schichtenlagerung der Eisubstanz

und äußert sich schon nach 5 Minuten langem Zentrifugieren — d. h. ebenso schnell wie in Serie B.

In der weiteren Entwicklung äußern sich die Veränderungen in dem seitlichen Auftreten der ersten Furche, in der partiellen Furchung und der Bildung von Hemiembryonen.

Stellen wir nun die Ergebnisse dieser drei Versuchsreihen, in denen wir die zentrifugale Beschleunigung auf die Eier in verschiedenen Momenten während der Befruchtung und der Ausbildung der ersten Furchungsspindel einwirken ließen, zusammen, so bemerken wir folgende Tatsachen:

Der Einfluß einer starken, jedoch kurz andauernden Zentrifugalkraft auf die Eistruktur besteht, wie schon von Morgan nachgewiesen wurde, in allen diesen Stadien in der Lagerung der ihrem spezifischen Gewichte nach verschiedenen Substanzen in drei Schichten. Dieser Einfluß zeigt sich viel eher bei den während der Kernkopulation und der ersten Furchungsmitose zentrifugierten Eiern, als bei denjenigen, welche bereits 15 Min. nach der Besamung zentrifugiert wurden. Die 15 Min. nach der Besamung und  $\frac{1}{4}$  Stunde vor der Bildung der ersten Furche zentrifugierten Eier werden während des Zentrifugierens am animalen Pol abgeplattet, während bei denjenigen, welche  $1\frac{1}{2}$  und 2 Stunden nach der Besamung rotiert werden, diese Erscheinung nicht eintritt. Je nachdem, in welchem Moment vor dem Auftreten der ersten Furche die Wirkung der Zentrifugalkraft begann, äußert sich ihr Einfluß auf die weitere Entwicklung verschieden.

Das Zentrifugieren der Eier gleich nach ihrer Besamung verursacht keinerlei Veränderungen in ihrer Fortentwicklung, so daß aus solchen Eiern normal gebildete Embryonen resultieren.

Doch von dem Augenblick der Kopulation der Kerne an bis zum Auftreten der ersten Teilung des Kopulationskernes äußert sich der Einfluß des Zentrifugierens in der Verschiebung der ersten Furche, welche anstatt in der Mitte des Eis, seitlich auftritt, ohne die beiden Pole zu berühren. Weiterhin wird die Entwicklung dieser Eier dadurch modifiziert, daß ein Teil der Eioberfläche ungeteilt bleibt und aus den Eiern Hemiembryonen hervorgehen.

Bei langsamem, 5 Stunden lang anhaltendem Zentrifugieren von Eiern, deren Entwicklungstempo verzögert wird, läßt sich die Beschränkung der Zentrifugalkraftwirkung auf die einzelnen Momente des Befruchtungsvorganges nicht so genau durchführen. Denn gänz-



lich läßt sich die Entwicklung nicht hemmen; sie schreitet zwar langsam aber dennoch stetig fort. Während des fünfstündigen Rotierens wirkt also die Zentrifugalkraft entweder auf den ganzen Prozeß der Befruchtung und der Teilung des Kopulationskernes, oder, falls die Eier erst  $1\frac{1}{2}$  Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge gebracht wurden, — auf diejenigen Vorgänge, welche von der Kernkopulation an bis zur Teilung in 2 Blastomeren stattfinden. In beiden Fällen übt jedoch das Zentrifugieren einen Einfluß auf die Bildung der ersten Furche aus. Dieser Einfluß ist der nämliche, wie der eines kurzen, starken Zentrifugierens und besteht in der Verschiebung der ersten Furche, in dem Ausbleiben der Zellenteilung in einem Teil des Eis und in der Bildung von Hemiembryonen.

### III. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung auf Eier im Stadium zweier Blastomeren.

#### 1. Die Eier wurden mit einer 10 und 12 g betragenden Kraft bei verlangsamtsten Entwicklungstempo in niedriger Temperatur zentrifugiert.

Die Versuche wurden in folgender Weise durchgeführt:

Sofort nach dem Auftreten der ersten Furche wurden die Eier bei einer Temperatur von  $2-3^{\circ}\text{C}$  in 2 Portionen auf die Zentrifuge gebracht.

Portion *a* wurde mit einer Kraft von 10 g, Portion *b* mit einer solchen von 12 g zentrifugiert.

Da sich die zweite Furche sehr bald nach dem Erscheinen der ersten zeigte, so hielt ich die Eier bereits vor dem Auftreten der ersten Furche in niedrigerer Temperatur, um die Entwicklungsprozesse zu verlangsamen, und brachte sie gleich nach dem Erscheinen der ersten Furche in eine Temperatur von  $2-3^{\circ}\text{C}$ . Auf diese Weise ist es nur gelungen, die Zeit zwischen dem Auftreten der ersten und der zweiten Furche bis auf 4—5 Stunden zu verlängern. Oft jedoch erschien die erste Furche schon während des Zentrifugierens.

Nach der Entfernung von der Zentrifuge sahen die Eier äußerlich normal aus. Auf Schnittpräparaten konnten jedoch dieselben Strukturänderungen festgestellt werden, wie wir sie bei den Eiern beschrieben haben, die vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugiert wurden. Die Beobachtung der Entwicklung dieser Eier zeigte, daß die zweite Furche (Fig. 20) in beiden Portionen seitlich verlief, ohne die beiden Pole zu berühren, ähnlich wie die erste Furche bei Eiern, die vor dem Erscheinen derselben zentrifugiert worden waren.

Die dritte Furche war ein wenig nach den animalen Polen hin verschoben. Überhaupt teilten sich die kleinen Blastomeren schneller wie die großen. In Fig. 21 sehen wir den Durchschnitt eines Keimes im Beginn der Bildung der zweiten seitlich auftretenden Furche. Der Schnitt verläuft der ersten Furche parallel und trifft sowohl das Makro- wie das Mikromer. Im letzteren ist der Kern bereits in Karyokinese eingetreten, während er sich im Makromer noch im Ruhestadium befindet.

Im weiteren Verlauf furchten sich viele Eier partiell und ergaben Halbbblastulae. Die Gastrulation war bei diesen Eiern erheblich verzögert und ihr Verlauf war derselbe, wie er bei den früheren Versuchsreihen geschildert wurde. Ein bedeutender Teil der Eier regulierte sich vollständig.

In dieser Weise wurden 4 Versuche durchgeführt. Beispielshalber führe ich hier die quantitativen Resultate eines von ihnen an.

Versuch IV a. Angewandte zentrifugale Beschleunigung = 10 g: 43% norm. Embr., 43% Halbembr., 14% nicht regul. — Zentrifugalkraft = 12 g: 25% norm. Embryonen, 41% Halbembr., 55% nicht reguliert.

## 2. Die Eier wurden unter Anwendung einer starken, kurz andauernden Kraft zentrifugiert.

Der Gang der Versuche gestaltete sich folgendermaßen:

Nach dem Erscheinen der ersten Furche wurden die Eier in 5 Portionen auf eine Handzentrifuge von 1600 Umdrehungen in der Minute gebracht.

Portion *a* wurde 5 Min. lang zentrifugiert

"	<i>b</i>	"	10	"	"	"
"	<i>c</i>	"	15	"	"	"
"	<i>d</i>	"	20	"	"	"
"	<i>e</i>	"	25	"	"	"

Während des Zentrifugierens wurden die Eier am animalen Pole abgeplattet und die Substanzen lagerten sich in 3 Schichten, ebenso wie bei Eiern, die vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugiert waren. Der Grad der Abplattung hing davon ab, wie lange die Eier zentrifugiert wurden, und die Schichtenabgrenzung der Substanz zeigte sich deutlich erst in Portion *b* (Fig. 22); in den Portionen *c*, *d*, *e* waren die Veränderungen am deutlichsten. An den Schnitten der gleich nach den Zentrifugieren fixierten Eier konnte man feststellen, daß die durch das Zentrifugieren hervorgerufenen Veränderungen in der Struktur dieser Eier die nämlichen sind, wie diejenigen in den Eiern vor dem Auftreten der ersten Furche. Durch längeres Rotieren — von 15 Min. an — wurde die erste Furche verwischt.

Nach der Entfernung von der Zentrifuge zeigten sich bei vielen Eiern noch vor der Bildung der zweiten Furche am animalen Pol,

auf dem Hintergrunde der gelben Substanz helle Hügel, die ringsherum von Pigment umgeben waren. (Fig. 23, gesehen von oben). In jedem der 2 Blastomeren befindet sich solch ein pigmentumgebener Hügel, von dem strahlenförmig Fältchen ausgehen. Oft sah man die beiden Hügel zusammen nebeneinander liegen, so daß sie eine hantelförmige Figur darstellten. In diesen Fällen verlief die zweite Furche zwischen den beiden Hügeln.

Oft verschwinden diese Hügel unter der Oberfläche der Blastomeren oder werden bei dem Einschnüren der zweiten Furche nach innen gezogen. An Schnitten konnte man sich überzeugen, daß diese Hügel große, von Pigment umgebene, von hyaloplasmatischer Flüssigkeit ausgefüllte Blasen waren. Ihre Entstehung und Bedeutung ließ sich jedoch nicht tiefer ergründen.

Was nun die Entwicklung der in diesem Stadium zentrifugierten Eier anbelangt, so wurde ihre Furchung modifiziert, und zwar dahin, daß die zweite Furche seitlich auftrat (Fig. 24) und daß viele von diesen Eiern sich partiell furchten (Fig. 25, Querschnitt durch  $\frac{3}{4}$  Blastula). Aus den in dieser Weise gefurchten Eiern entwickelten sich unvollständige (vordere Halb-) Embryonen. Ein beträchtlicher Teil der Eier regulierte sich dagegen vollkommen und entwickelte sich zu normalen Embryonen.

Um die Regulationsfähigkeit der in diesem Stadium zentrifugierten Eier zu veranschaulichen, führe ich die quantitativen Ergebnisse eines Versuches an:

Versuch IV b. Dauer des Zentrifugierens:

5 Min.	75%	norm. Embr.,	25%	nichtreguliert.		
10 "	25%	norm. Embr.,	50%	Halbembryonen, 25%	nichtreguliert.	
15 "	0	norm. Embr.,	30%	Halbembr.,	70%	nichtreguliert.
20 "	0	norm. Embr.,	75%	Halbembr.,	25%	nichtreguliert.
25 "	0	norm. Embr.,	50%	Halbembr.,	50%	nichtreguliert.

Aus den Resultaten dieser Versuche geht hervor, daß der Einfluß der Zentrifugalkraft auf Eier im Zweizellenstadium in denselben Veränderungen in ihrer Struktur besteht, wie bei den vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugierten Eiern, d. h. sie verursacht eine Umordnung der Substanzen und ihre Lagerung in Schichten. Dieser Einfluß macht sich erst nach 10 Minuten langem Zentrifugieren geltend, ebenso wie bei Eiern, die 15 Min. nach der Besamung zentrifugiert wurden.

Hingegen ist die Regulationsfähigkeit der Eier im zweiten Fur-



chungszellenstadium bedeutend geringer als bei Eiern die 15 Min. nach der Besamung untersucht wurden, und entspricht vielmehr der Regulationsfähigkeit derjenigen, die 2 und  $2\frac{3}{4}$  Stunden nach der Besamung zentrifugiert wurden.

Ohne Rücksicht darauf, ob die Wirkung der Zentrifugalkraft eine heftige, kurzanhaltende ist, oder ob sie schwach ist und 5 Stunden lang andauert, ruft das Zentrifugieren der Eier im Stadium von zwei Blastomeren ganz ähnliche Erscheinungen in der Entwicklung hervor. Diese bestehen in der seitlichen Verschiebung der zweiten Furchung, in der partiellen Furchung und der Bildung von Halbembryonen.

#### IV. Der Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung im Stadium der Bildung der dritten Furchung.

Das Auftreten der dritten Furchung bezeichnet denjenigen Zeitpunkt, seit welchem sich im Ei eine horizontale Scheidewand zwischen der animalen und der vegetativen Eihemisphäre gebildet hat. Da nun gerade die Zentrifugalkraft eine Umordnung der Eisubstanzen in der Richtung von einem Pol zum anderen bewirkt, so lag die Vermutung nahe, daß die Bildung einer horizontalen Furchung für den Effekt des Zentrifugierens von Bedeutung sein werde. Aus diesem Grunde wollte ich mich in den Versuchen dieser Serie überzeugen, ob die Substanzen während des Zentrifugierens durch die Furchung hindurch von einem Pol zum anderen wandern können, oder ob die Umlagerung der einzelnen Bestandteile sich im Bereiche der oberen und der unteren Blastomeren gesondert vollziehen wird. Außerdem handelte es sich um Untersuchung der Entwicklung solcher Eier, die im Stadium von 4 Blastomeren unmittelbar vor dem Erscheinen der dritten Furchung zentrifugiert wurden. In diesen Fällen trat also die dritte Furchung sofort nach vollzogener künstlicher Umordnung der Substanzen innerhalb des Eis ein, bevor noch irgendwelche Regulation stattfinden konnte.

Dieser doppelten Aufgabe entsprechend habe ich die Versuche in 2 Gruppen geteilt. In der ersten brachte ich die Eier einige Zeit nach der Bildung der dritten Furchung auf die Zentrifuge, und zwar in dem Augenblick, wo die Furchung bereits das ganze Ei durchquert hatte und somit die Verbindung zwischen der animalen und der vegetativen Hemisphäre unterbrochen war; diese Eier wur-

den also im Stadium von 8 Blastomeren zentrifugiert. In der zweiten Gruppe begann ich mit dem Zentrifugieren in dem Moment, als die dritte Furche sich eben zu bilden anfing. In diesem Stadium war also die Verbindung zwischen den Blastomeren der oberen und der unteren Hemisphäre noch vorhanden.

**A) Die Eier wurden im Stadium von 8 vollständig getrennten Blastomeren zentrifugiert.**

Der Verlauf des Versuches war folgender:

Versuch XXII. Die Eier wurden in 4 Portionen auf die Zentrifuge gelegt.

Portion *a* wurde 10 Min. zentrifugiert

"	<i>b</i>	"	15	"	"
"	<i>c</i>	"	20	"	"

Während des Zentrifugierens wurden die Eier am animalen Pol abgeplattet. Die Veränderungen in der Substanzlagerung kamen erst nach 10 Min. zum Vorschein und verliefen gesondert und selbständig in beiden durch die horizontale Furche voneinander getrennten Hemisphären. Ein Bild dieser Vorgänge sehen wir in Fig. 26, welche allerdings ein etwas späteres Entwicklungsstadium darstellt. In den über der ersten horizontalen Furche (III.) gelagerten Blastomeren zeigte sich unmittelbar am animalen Pol helles Hyaloplasma (*hp*<sub>2</sub>), darunter bildete sich ein Pigmentgürtel. In den großen vegetativen Blastomeren entstanden 3 Schichten: unmittelbar unter der horizontalen Furche bildete das helle Hyaloplasma (*hp*<sub>2</sub>) einen schmalen Gürtel rings um das Ei herum, darunter befand sich eine Pigmentschicht (*pg*<sub>2</sub>), während der vegetative Pol helles Deutoplasma (*d*) enthielt.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung sah man, wie die Teilungen von der horizontalen Furche an allmählich weiter fortschritten (Fig. 26), wobei sie sich unter Abschnürung kleiner Zellen nach und nach immer weiter nach unten bis an den vegetativen Pol selbst erstreckten. Auf diese Weise regulierte sich ein bedeutender Prozentsatz der Eier vollständig. Nur ein unerheblicher Teil von Eiern furchte sich partiell und entwickelte sich zu Halbembryonen; eine beträchtliche Zahl von Embryonen hatte einen weit geöffneten Blastoporus (Fig. 28).

Die ziffernmäßigen Ergebnisse dieses Versuches waren folgende:

## Rotationsdauer:

10 Min.	36% norm., 40% Embr. mit weit geöffn. Blastopor., 24% nicht-reguliert.
15 "	17% norm., 5% mit weit geöffn. Blastoporus, 17% Halbembr., 61% nichtreguliert.
20 "	15% mit weit geöffn. Blastoporus, 5% Halbembr., 80% nicht-reguliert.
25 "	alle Eier waren nichtreguliert.

**B) Die Eier wurden unmittelbar vor dem Auftreten der dritten Furche zentrifugiert.**

Der Versuch wurde in folgender Weise angestellt:

Die Eier kamen auf die Zentrifuge in 3 Portionen.

Portion *a* wurde 10 Min. zentrifugiert

" *b* " 15 " "

" *c* " 20 " "

Durch das Zentrifugieren erlitten die Eier am animalen Pol eine Abplattung. Die Schnitte der sofort nach dem Rotieren fixierten Eier zeigten, daß die plasmatischen Substanzen von den vegetativen Blastomeren nach den animalen Zellen verdrängt waren, und zwar durch denjenigen Teil des Eies hindurch, wo die dritte Furche noch nicht vollständig ausgebildet war. Die Entwicklung dieser Eier vollzog sich äußerst unregelmäßig, so daß eine Gesetzmäßigkeit in der Furchenbildung nicht zu erkennen war. Die Teilungen fanden nur in der animalen Hemisphäre statt, oder aber die Eier furchten sich partiell. Nur bei einem unbedeutenden Prozentsatz von Eiern, welche etwas kürzer zentrifugiert waren, furchte sich der vegetative Pol während der weiteren Entwicklung sekundär durch dieselben Prozesse, wie sie in den nach dem endgültigen Auftreten der dritten Furche zentrifugierten Eiern sich abspielten. Die anderen Eiportionen starben während der Entwicklung ab, nachdem sie sich diskoidal gefurcht hatten.

Um von der Regulationsfähigkeit der in diesem Stadium zentrifugierten Eier einen Begriff zu geben, führe ich die ziffernmäßigen Ergebnisse eines Versuches an.

(Siehe Versuch 26, Seite 720).

Außerdem habe ich noch einige Versuche ausgeführt, um denjenigen Zeitpunkt abzapfen, in welchem man auf die Eier einwirken muß, um sie zur diskoidalen Furchung zu zwingen. Zu diesem Zweck teilte ich das Untersuchungsmaterial in mehrere



## Versuch 261.

Dauer des Zentrifugierens	Normale Embryonen	Embryonen mit weit geöffnetem Blastoporus	Halb- embryonen	Nicht- regulierte Eier
10 Min.	4%	3%	3%	90%
15 Min.	—	2%	—	98%
20 Min.	Alle Eier waren vor der Gastrulation abgestorben.			

Portionen, die ich dann der Reihe nach in Zwischenräumen von je 10 Minuten auf die Zentrifuge brachte. In jedem Versuche wurden alle Portionen gleich lange zentrifugiert; die Dauer des Zentrifugierens wählte ich so, daß die Eier noch regulationsfähig blieben. Der Versuch hatte folgenden Verlauf.

## Versuch 44.

Die II. Furche zeigte sich um 4 Uhr 10 Min.

Die III. " " " " 4 " 50 "

Die erste Portion wurde um 4 Uhr 15 Min., die folgenden nach je 10 Min., die letzte um 5 Uhr 15 Min. auf die Zentrifuge gebracht.

Es ergab sich, daß in allen denjenigen Portionen, welche vor dem Auftreten der dritten Furche rotiert wurden, gleich nach dem Erscheinen der letzteren die beiden ersten Furchen am vegetativen Pol verwischt wurden und in der ferneren Entwicklung die Eier sich nur in der animalen Hemisphäre furchten. Die Gastrulation fand nicht statt; in dem Stadium, wo dies hätte geschehen sollen, sahen die Eier aus, wie es Fig. 29 zeigt. Aus diesem Schnitt ersieht man, daß das Blastocoel in seinem Teile von einer Schicht heller Zellen, die sich mit Wasserblau färben lassen, umgeben ist. Im unteren Teile wird es von der ungefurchten Substanz, die den ganzen Rest des Embryos ausfüllt, umgeben. In derselben liegen zahlreiche Vakuolen und auch in der ganzen Masse verstreute Kerne. In den zwei letzten Portionen, die nach der Bildung der dritten Furche zentrifugiert wurden, blieb die diskoidale Furchung bei der Mehrzahl der Eier nur kurze Zeit bestehen, später furchte sich bei ihnen der vegetative Pol, und die Eier machten eine normale Gastrulation durch. Die anderen Eier regulieren sich während der Gastrulation dadurch, daß die Zellen die ungeteilte Dottersubstanzmasse umwachsen (Fig. 30).

Aus der ganzen Gruppe dieser Versuche lassen sich demnach folgende Schlüsse ziehen: Die Zentrifugalkraft, welche man auf die Eier im Stadium von 8 Blastomeren einwirken läßt, verursacht in denselben eine gesonderte Umordnung der Substanzen sowohl in den animalen, wie in den vegetativen Blastomeren, sofern beim Beginn

des Zentrifugierens die dritte Furche das ganze Ei bereits durchquert hat. Ist dagegen in dem Moment, in welchem die Zentrifugalkraft einzuwirken beginnt, die dritte Furche erst im Entstehen begriffen, so wandern infolge der noch bestehenden Verbindung zwischen den beiden Hemisphären des Eis die Substanzen von den vegetativen nach den animalen Blastomeren und umgekehrt.

Die im Stadium der Entstehung der dritten Furche zentrifugierten Eier furchen sich im weiteren Verlauf diskoidal. Die letzteren Eier können sich entweder gänzlich regulieren und sich zu normalen Embryonen entwickeln, oder sie sterben diskoidal gefurcht ab, je nach dem Zeitpunkte, in welchem wir die Strukturänderungen des Eis veranlaßt haben. Die Eier werden nicht reguliert, sofern die Umordnung der Substanz vor dem Auftreten der dritten Furche herbeigeführt worden ist, d. h. insofern die dritte Furche erst dann eine Scheidewand im Ei gebildet hat, als seine Struktur bereits geändert war. Die Eier werden hingegen reguliert, wenn man die zentrifugale Beschleunigung schon nach völliger Durchtrennung des Keimes durch die dritte Furche einwirken läßt, d. h. wenn die Umordnung der Substanzen sich gesondert in den animalen und in den vegetativen Blastomeren abspielt.

Die Wirkung des Zentrifugierens, die durch die Schichtenlagerung der Substanz sich kenntlich macht, kommt bei diesen Eiern ziemlich spät zur Geltung, und zwar erst nach 10 Minuten langem Rotieren, doch ist die Regulationsfähigkeit dieser Eier ziemlich schwach.

### **Der Einfluß der Temperatur auf die Regulation der durch Zentrifugieren beschädigten Eier.**

Die Beobachtung der Entwicklungsprozesse zentrifugierter Eier ergab, daß ein beträchtlicher Teil von ihnen sogar nach stattgehabten tiefgreifenden Veränderungen, welche sie in ihrem Bau unter dem Einfluß der zentrifugalen Beschleunigung erlitten haben, sich dennoch vollständig regulieren und sich zu normal ausgebildeten Embryonen entwickeln kann. Wie es bereits Gurwitsch bewiesen hat, bestehen die Veränderungen in der gänzlichen Befreiung der animalen Hemisphäre von Dotterkörnern und in der Verdrängung der Flüssigkeit aus dem Protoplasma, die sich dann am animalen Pol selbst ansammelt. Gurwitsch beschäftigte sich auch mit der Erforschung der Restitutionsfähigkeit des Plasmas

und zeigte, daß diese in der Resorption der aus dem Plasma vorher verdrängten Flüssigkeit seitens dieses Plasmas zu suchen ist. Gurwitsch steht auf dem Standpunkt der Theorie der wabenförmigen Plasmastruktur und meint, daß gerade durch die Resorptionsvorgänge die ursprüngliche wabenförmige Struktur des Plasmas rekonstruiert wird.

Die von ihm hervorgehobene Tatsache, daß die Restitution des Plasmas sich sehr schnell vollzieht, konnte ich an Schnitten von Eiern, die in verschiedenen Zeiten nach dem Zentrifugieren fixiert wurden, vollauf bestätigen. Betrachten wir z. B. den Schnitt eines Eies, welches 2 Stunden nach der Besamung zentrifugiert und gleich danach fixiert wurde (Fig. 12), und den Schnitt eines solchen aus demselben Versuche im Zweiblastomerenstadium (Fig. 14), so sehen wir, daß gleich nach dem Zentrifugieren am animalen Pol eine stark vakuolisierte Schicht *vh* auftritt, die aber im Stadium zweier Blastomeren nicht mehr vorhanden ist. Am vegetativen Pol des an Fig. 14 dargestellten Eies ist die Substanz angesammelt, deren Aggregatzustand kompakter ist, als derjenige, welchen die Schicht von Fig. 12 aufweist. Ebenso ist auch in Fig. 8, welche ein im Stadium von zwei gleichen Blastomeren befindliches, 15 Min. nach der Besamung zentrifugiertes Ei darstellt, diese Schicht am animalen Pol gleichfalls schon verschwunden. Dies würde für das Auftreten von Regulationsprozessen in den Eiern sprechen, die darauf beruhen, daß seitens des Plasmas jene Flüssigkeit resorbiert wird, die aus demselben während des Zentrifugierens verdrängt worden ist und sich im oberen Teil des Eies angesammelt hat, wo sie die oben erwähnte vakuolisierte Schicht bildete.

Die Schichtenlagerung der Substanz bleibt jedoch durch den ganzen Verlauf der Entwicklung bestehen und das Fehlen des Pigments ist sogar noch bei den Quappen in der Kopfgegend zu konstatieren, die sich eigentlich aus demjenigen Teil des Eis entwickelt, in dem sich das gelbe Hyaloplasma befindet. Was die Rückwanderung der Dotterkörnchen nach der animalen Hemisphäre anbelangt, so hat bereits Gurwitsch festgestellt, daß bei zentrifugierten, holoblastisch gefurchten Eiern im Blastulastadium die animale Hemisphäre von denselben vollständig frei war. Ihre spätere Rückwanderung nach der animalen Hemisphäre läßt sich auch nicht gut annehmen, da die Scheidewände zwischen den Zellen bereits gebildet sind und somit jedwede Umordnung der Substanz



in diesem Zeitpunkte ausgeschlossen ist. Alle Prozesse also, die auf einer Umordnung von Substanzpartikeln nach ihrer ursprünglichen Lagerstätte beruhen, können sich einzig und allein nur in den frühesten Entwicklungsstadien vollziehen. Die physikalischen Prozesse, die eventuell während der Regulation auftreten könnten, wurden entweder auf Kapillaritätserscheinungen, vermöge deren sich die Dotterkörnchen zwischen die Waben des Plasmas einschieben würden, oder auf die Elastizität der Plasmasubstanzen, welche sich in das Deutoplasma eindrängten, oder schließlich — nach der Ansicht von Gurwitsch — auf osmotische Prozesse, durch welche die vorhin verdrängte Flüssigkeit durch die Plasmawaben resorbiert wird, zurückzuführen sein. Gemeiniglich wird jedoch die Regulation als eine Lebensfunktion des Organismus betrachtet, und eine Bestätigung dieser Anschauung liefert gerade die Arbeit von Gurwitsch. Wenn nämlich — so folgert Gurtwisch — die Lebensprozesse von der Plasmastruktur bedingt werden und diese nach ihrer vollständigen Vernichtung restituiert werden kann, so ist gerade diese Restitution ein Ergebnis der Zellenfunktion, mit anderen Worten: ein Ergebnis ihrer Lebensbetätigung.

Die Frage, ob die Regulationsprozesse nur auf physikalischen Erscheinungen beruhen und somit ihr Auftreten von der Zeit abhängig ist, oder ob sie mit der fortschreitenden Entwicklung parallel laufen, könnte man nur durch die Beobachtung von Regulationserscheinungen an solchen Eiern entscheiden, deren Entwicklungstempo beliebig verzögert oder beschleunigt würde. Stünden nämlich die Prozesse der Regulation zu denen der Entwicklung in Beziehung, so müßte die Regulation durch eine Beschleunigung des Entwicklungstempos schneller vor sich gehen. Würde dagegen die Regulation auf dem Wege rein physikalischer Prozesse von statten gehen, so würde die Zeit eine entscheidende Rolle spielen und die Eier würden sich bei verlangsamtem Entwicklungstempo in einem früheren Stadium regulieren. Schon bei dem vorhergehenden Versuche habe ich bemerkt, daß die Entwicklung von zentrifugierten Eiern bedeutend verzögert war. Es wäre also von Wichtigkeit zu erfahren, ob diese Verzögerung von dem Entwicklungstempo abhängig ist und sich gleichzeitig mit dem beschleunigten Tempo der Entwicklungsprozesse verringert, oder aber von der verstrichenen Zeitfrist abhängt, ohne

Rücksicht darauf, ob das Evolutionstempo verlangsamt oder beschleunigt war, oder endlich, ob sie in den späteren Stadien überhaupt nicht auftritt.

Die Versuche wurden, wie folgt, durchgeführt. Die Eier wurden in acht Portionen besamt:  $a, b, c, d, a_1, b_1, c_1, d_1$ . Die Portionen  $a, b, c, d$  wurden gleich lang, die übrigen gar nicht zentrifugiert.

Nach beendigem Zentrifugieren brachte ich:

Portion $a$ und $a_1$	in eine Temperatur von $5^{\circ}\text{C}$			
" $b$	" $b_1$	" "	" "	$10^{\circ}\text{C}$
" $c$	" $c_1$	" "	" "	$12-15^{\circ}\text{C}$
" $d$	" $d_1$	" "	" "	$20^{\circ}\text{C}$

Aus der Beobachtung der Entwicklung dieser Eier ergab sich, daß in allen Portionen, ohne Rücksicht darauf, ob ihr Entwicklungstempo beschleunigt oder verzögert war, die Eier in einem und demselben Stadium reguliert waren, d. h., daß sie zum Teil im Blastulastadium partiell gefurcht waren und die Größe der Zellen in beiden Hemisphären dieselbe war, wie bei normalen Eiern, zum Teil aber, daß sich die Eier erst während der Gastrulation regulierten. Außerdem habe ich auf die Verzögerung, die in der Entwicklung der zentrifugierten Eier bei verschiedenen Temperaturen eintrat, Rücksicht genommen. Diese Verzögerung konnte am besten bei dem Auftreten der Gastrulation festgestellt werden. Ich bestimmte sie also derart, daß ich beobachtete, um wie viel später sich die Dorsallippe bei zentrifugierten Eiern und nicht zentrifugierten Kontrolleiern, die sich bei derselben Temperatur, beispielsweise bei  $5^{\circ}\text{C}$  in Portion  $a$  und  $a_1$  entwickelten, gezeigt hat.

Die Resultate dieser Bestimmungen waren folgende:

TABELLE I.

Versuchs Nr.	Verzögerung in Stunden und Minuten			
	Portion $a$ (Temp. $5^{\circ}$ )	Portion $b$ (Temp. $10^{\circ}$ )	Portion $c$ (Temp. $12-15^{\circ}$ )	Portion $d$ (Temp. $20^{\circ}$ )
XVIII <sub>2</sub>	6 St. 45 Min.	2 St.	2 St. 30 Min.	2 St. 15 Min.
XVIII <sub>3</sub>	4 St.	2 St. 10 Min.	1 St. 45 Min.	45 Min.
XX	—	—	3 St. 30 Min.	2 St. 30 Min.
XXV	—	6 St. 45 Min.	4 St. 45 Min.	2 St. 30 Min.

Diese Tafel zeigt, daß die Verzögerung bei einer niedrigeren Temperatur größer ist als bei einer höheren. Die sich also bei einer niedrigen Temperatur entwickelnden Eier haben sich, obgleich ihre Entwicklung sehr langsam von statten ging, nicht in einem früheren Stadium reguliert, als diejenigen mit einem schnelleren Entwicklungstempo; die Verzögerung in ihrer Entwicklung war bedeutend größer als bei Eiern, die sich bei einer höheren Temperatur entwickelten. Dieser Umstand wurde auf eine Abhängigkeit der Regulationsprozesse von denen der Entwicklung hindeuten, welche erstere gleichzeitig mit dem beschleunigten Tempo der letzteren schneller vor sich gehen.

Um mich noch davon zu überzeugen, ob die Anzahl der sich regulierenden Embryonen von dem Entwicklungstempo abhängig ist, habe ich den Prozentsatz derjenigen Normalembryonen, die sich bei verschiedenen Temperaturen aus gleich lange rotierten Eiern entwickelten, berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der folgenden Tafel verzeichnet.

TABELLE II.

Nr. des Versuchs	T e m p e r a t u r			
	5°	10°	12—15°	20°
XX	54 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	68 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	81 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	78 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
XVIII I	58 „	70 „	69 „	56 „
XVIII II	52 „	43 „	—	30 „
XVIII III	51 „	58 „	—	38 „
XIX I	35 „	—	54 „	—
XXI II	—	64 „	36 „	40 „
XXI III	—	nicht reguliert	10 „	nicht reguliert
XXIII I	—	16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	—	24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
XXXV I	40 „	50 „	17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	15 „
XXXV III	40 „	—	80 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	11 „
XXXVIII II	30 „	35 „	—	24 „
XL I	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „	—	15 „	0
XL II	40 „	—	25 „	30 „
XLII II	58 „	40 „	52 „	35 „



Aus diesen Berechnungen ersieht man, daß erhebliche Schwankungen vorwalten, im allgemeinen läßt sich jedoch feststellen, daß die Anzahl der sich regulierenden Embryonen von der Temperatur unabhängig ist.

Auf Grund dieser ganzen Versuchsgruppe über die Regulationsprozesse kann man behaupten, daß die Geschwindigkeit der letzteren von dem Fortschritt der Entwicklungsvorgänge, nicht aber von der verstrichenen Zeitfrist abhängt. Dies würde darauf hindeuten, daß die Regulation der durch die Zentrifugalkraft beschädigten Eier auf Vorgängen anderer Natur beruht, als es eine rein physikalische Umordnung von Substanzpartikeln sein würde, und daß sie mit den Entwicklungsprozessen im Zusammenhang steht.

### **Zusammenfassung und Besprechung der Resultate.**

Bekanntlich verursacht die auf die Eier wirkende Zentrifugalkraft eine Umordnung der verschiedenen Substanzen je nach ihren spezifischen Gewichten. Aus den Arbeiten von O. Hertwig, Gurwitsch und Morgan sowie aus den hier beschriebenen Ergebnissen meiner eigenen Arbeit wissen wir, daß eine schwache, aber lange einwirkende Zentrifugalkraft und eine solche von größerer Intensität aber kurzer Dauer in gleicher Weise durchgreifende Änderungen im Bau und in der Struktur der Eisubstanz herbeiführt. Das Wesen dieser Veränderungen beruht darauf, daß die schweren Dotterkörner des Deutoplasmas sich vom Protoplasma absondern und auf dem vegetativen Pol ansammeln, außerdem aber aus dem Ooplasma sich eine Flüssigkeit (Hyaloplasma) abscheidet, die sich als der leichtere Bestandteil direkt am animalen Pol ansammelt. Die Pigmentkörner dagegen wandern vom animalen Pol gegen die Äquatorialzone des Eis. Auf diese Weise lagern sich die Eisubstanzen in Schichten, die auch äußerlich kenntlich sind, und zwar als das helle Hyaloplasma, als ein Pigmentgürtel und als eine Schicht hellen Deutoplasmas.

Die Entwicklung derjenigen Eier, deren Struktur auf diese Weise durch die Einwirkung der Zentrifugalkraft verändert worden ist, kann 1) in manchen Fällen ganz normal verlaufen; 2) in anderen Fällen treten in den Anfangsstadien der Entwicklung Änderungen ein, die sich aber später ausgleichen, so daß der Embryo in den späteren Stadien einen ganz regelrechten Bau aufweist; 3) kann

die Entwicklung längere Zeit abnorm sein, so daß Mißbildungen resultieren; 4) kann die Entwicklung eine gewisse Zeit lang so weit abnorm verlaufen, daß nach einer bestimmten Zeit ihr weiterer Gang unmöglich wird und der Embryo abstirbt.

Stellen wir auf Grund des vorhandenen Materials die verschiedenen Resultate der Entwicklungsprozesse derjenigen Eier, auf welche die zentrifugale Beschleunigung eingewirkt hat, zusammen, so kommen wir zu dem Schlusse, daß dieses Ergebnis in sehr beträchtlichem Maße von dem Stadium abhängt, in dem wir die Zentrifugalkraft auf die sich entwickelnde lebende Materie einwirken ließen.

Die Resultate einer ganzen Reihe von Arbeiten über die Entwicklungsmechanik zeigen, daß das Endergebnis der Entwicklungsprozesse in solchen Fällen: 1) von den Änderungen an der sich entwickelnden Materie, 2) von den äußeren Bedingungen der Regulationsprozesse abhängt.

Nun hängt aber das eine wie das andere Moment in sehr bedeutendem Grade von dem Entwicklungsstadium ab. Der innere Bau des Embryos ist nichts Beständiges, sondern er kann temporär oder dauernd umgestaltet werden. Und zwar kann diese Strukturänderung bald leichter, bald schwerer je nach der sogenannten Rigidität (Driesch) in dem gegebenen Entwicklungsstadium erreicht werden. Schon im Anfang der Entwicklung ändert sich in den verschiedenen Stadien des Befruchtungsvorgangs die Rigidität der Eistruktur. Es ist der größeren oder kleineren Rigidität zuzuschreiben, daß man leichter oder schwerer durch die Einwirkung der Zentrifugalkraft, die künstliche Schichtung des Eis, d. h. eine Ansammlung der verschiedenen Arten seines Eiplasmas in übereinander gelagerten Schichten, erreichen kann. Und so haben wir bezüglich der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung aus der Beschreibung der vorhergehenden Versuche gesehen, daß die Eier die kleinste Widerstandsfähigkeit vom Beginn der Kopulation der Geschlechtskerne an bis zur Beendigung der ersten Furchungsmitose besitzen. Diese Tatsache ist umso interessanter, als Brachet (4) in seiner Arbeit über die Regulationsfähigkeit von angestochenen Eiern in verschiedenen Entwicklungsstadien eine analoge Erscheinung konstatiert hat.

Dieser Forscher gibt an, daß falls das befruchtete Ei in der Zeit zwischen der Kopulation der Geschlechtskerne und der Aus-

bildung der Furchungsspindel angestochen wird, der durch diese Manipulation verursachte Defekt an Plasmasubstanz sich am schwersten regulieren lasse. Die Rigidität nimmt bereits im Zweiblastomenstadium zu; aus diesem Grunde ist auch von dem Zeitpunkte an eine länger andauernde Einwirkung der Zentrifugalkraft nötig, um eine Umordnung der Substanzen im Innern des Eis zu bewirken.

Was die ferneren Entwicklungsprozesse anbetrifft, so liegt es auf der Hand, daß diese Lageänderung der Substanzpartikeln die durch den Einfluß der Zentrifugalkraft zustande kommt, sich ganz anders gestalten muß, wenn wir den Embryo im Stadium von 4 Blastomeren rotieren lassen, oder aber erst dann, wenn die Horizontalfurche bereits ausgebildet ist, d. h. wenn wir einen im Achtblastomenstadium befindlichen Embryo zentrifugieren. Eine Bestätigung des eben Gesagten finden wir tatsächlich in unseren Versuchsergebnissen.

Diese innere Rigidität ist jedoch nur einer von den inneren Faktoren, die den weiteren Entwicklungsgang eines der Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung ausgesetzten Embryos bestimmen. Je größer die Rigidität der Struktur eines Embryos ist, desto schwieriger wird es sein, dieselbe durch äußere Faktoren störend zu beeinflussen. Im weiteren Verlauf wird aber das morphologische Bild des sich entwickelnden Embryos auch von anderen inneren Bedingungen abhängig sein, welche für die Regulationsprozesse maßgebend sind und welche durch die gestaltenden Vorgänge der Entwicklung geschaffen wurden. Bildet sich beispielsweise unmittelbar nach der Umordnung derjenigen Substanzen, aus denen sich der Bau eines im Stadium von 4 Blastomeren befindlichen Embryos zusammensetzt, die horizontale Furche, die bekanntlich ein Hindernis für die Rückwanderung der spezifisch leichteren Substanzen (vergl. Gurwitsch) nach dem vegetativen Pol bildet, so sind durch diese Vorgänge minder günstige Bedingungen für die Regulationsprozesse geschaffen. Und gerade durch diese Verschlechterung der Regulationsbedingungen läßt sich der große Prozentsatz der Sterblichkeit der Embryonen bei dieser Versuchsart erklären.

Die endgültige Gestaltung eines in anormalen Verhältnissen sich entwickelnden Organismus ist somit von den inneren strukturellen Eigentümlichkeiten der lebenden Materie abhängig, welche sich je nach dem Entwicklungsstadium verändern und welche die eventuelle Restitution der gestörten Struktur bedingen. Unter diesen inne-



ren Bedingungen spielt in frühen Entwicklungsstadien die Rigidität des Protoplasmas eine wichtige Rolle.

Diese beiden Faktoren machen sich in verschiedenen Entwicklungsstadien mit ganz verschiedener Intensität geltend. Je nach dem Stadium, in welchem die Eier, resp. die Embryonen der Wirkung der Zentrifugalkraft unterworfen wurden, werden also sowohl die sich äußernden Störungen als auch die hierdurch geschaffenen strukturellen Bedingungen der Regulation prinzipiell verschieden sein. Wenn in den bisherigen Literaturangaben vielleicht zu wenig darauf geachtet wurde, so steht es damit im Zusammenhang, daß man bisher die Dauer des Zentrifugierens auf eine ganze Reihe von aufeinander folgenden Entwicklungsstadien erstreckte. Wir haben schon in den vorhergehenden Bemerkungen, an der Hand der Versuchsergebnisse hinsichtlich der kürzer oder länger andauernden Wirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf die in der Entwicklung gehemmten Embryonen darauf hingewiesen, daß das Endresultat der Entwicklung von der Phase, in welcher die zentrifugale Beschleunigung gewirkt hat und von den Regulationsbedingungen abhängt.

Die beigefügte Tabelle gibt eine Zusammenstellung meiner Versuche, in denen während der gleichen Zeitdauer die zentrifugale Beschleunigung von gleicher Intensität auf die verschiedenen Stadien eingewirkt hat.

(Siehe Tab. III, Seite 730).

Aus der Tabelle ist zu ersehen: 1) daß der Prozentsatz der vollkommen regulierten Embryonen in hohem Grade von dem Entwicklungsstadium abhängt, in welchem die Embryonen der Einwirkung der Zentrifugalkraft unterworfen wurden; 2) daß ein zweiter Teil der Versuchsobjekte sich überhaupt nicht zu regulieren vermochte; 3) daß endlich ein dritter Teil während der frühen Entwicklungsphasen abstarb.

Unabhängig davon, wie sich das Endprodukt der Regulationsvorgänge gestalten wird, lassen sich in der Entwicklung aller drei Kategorien der Versuchsobjekte bestimmte Abweichungen von dem normalen Typus feststellen.

Die Änderungen, die in den ersten Entwicklungsstadien von rotierten Eiern auftreten, welche sich aber allerdings nachträglich regulieren können, beruhen:

TABELLE III.

Rotationsdauer															
Stadium, in welchem mit dem Zentrifugieren begonnen wurde	10 Minuten			15 Minuten			20 Minuten			25 Minuten			30 Minuten		
	Anzahl der erhaltenen Embryonen in %														
	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen	normale Embryonen	anormale Embryonen	abgestorbene Embryonen
Eier															
vor der Besamung .	—	—	—	—	—	—	70	12 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	38	8	54 $\frac{0}{100}$
15 Minuten nach der Besamung . . . .	78	2	20	53	16	31	27	23 $\frac{1}{2}$	43	18	16	66	15	0	85
1 $\frac{1}{2}$ —2 Stunden nach der Besamung . .	44	24	32	37	4	59	18	18	64	15	4 $\frac{1}{2}$	80 $\frac{1}{2}$	0	0	100
2 Stunden 45 Min. nach der Besamung	30	21	49	20	23	54	—	—	—	0	0	100	0	0	100
im Stadium der zwei- ten Blastomeren .	23 $\frac{1}{2}$	51 $\frac{1}{2}$	25	4	44	62	0	46	54	0	37 $\frac{1}{2}$	62 $\frac{1}{2}$	0	0	100
vor der dritten Furche	4 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	93	1	0	99	0	0	100	0	0	100	0	0	100
nach d. dritten Furche	25	20 $\frac{1}{2}$	54	16	9	76	1	11	88	0	0	100	0	0	100

- a) auf der seitlichen Verschiebung der ersten und der zweiten Furche,
- b) auf dem diskoidalen, resp. partiellen Furchungstypus,
- c) auf dem Ausbleiben der Plasmateilung, woraus Kernteilung ohne Zelleibsteilung resultiert.

#### A. Das Auftreten der seitlichen Furche.

Morgan (33) hat bereits beobachtet, daß die erste Furche ab und zu nicht in der Eiachse, sondern derselben parallel verläuft, eine Tatsache, die er bei Froscheiern, welche sich in normalen äußeren Daseinsbedingungen entwickeln, als Anomalie bezeichnet. Solche Eier entwickelten sich in der Folge vollständig regelrecht und ergaben normal ausgebildete Embryonen. Eine Erklärung für diese Tatsache findet sich jedoch bei Morgan nicht. In diesem Jahre habe auch ich Gelegenheit gehabt, das Auftreten dieser Anomalie bei der ersten Furchungsphase von Eiern zu beobachten, die sich in normalen äußeren Verhältnissen befanden. Auch diese Eier haben sich ähnlich wie die von Morgan beobachteten weiter normal entwickelt.

Ich habe diese Beobachtung an Eiern gemacht, die Fröschen entnommen wurden, welche längere Zeit hindurch im Eis aufbewahrt wurden, um das Laichen hintanzuhalten. Es ist also möglich, daß das Auftreten dieser Anomalie in ursächlicher Verbindung mit dem übermäßigen langen Aufenthalt der Eier im Eierstock steht. Von Wichtigkeit scheint mir jedoch die Tatsache zu sein, daß dieselbe Erscheinung sich auch künstlich durch Einwirkung der Zentrifugalkraft auf Eier in einem ganz bestimmten Stadium nach der Besamung herbeiführen läßt. Sahen wir doch schon, daß die seitliche Verschiebung der ersten Furche nur in solchen Eiern auftritt, welche im Moment der Kopulation der Geschlechtskerne und der ersten Furchungsmitose zentrifugiert werden, während sie bei solchen, die bereits 15–20 Min. nach der Besamung rotiert wurden, in normaler Lage verläuft. Die Erklärung dieser Erscheinung kann vorläufig nur einen vorwiegend hypothetischen Charakter tragen.

Nach Roux (50) wird die Richtung der ersten Furche durch die Kopulationsbahn bestimmt, welche auch nach außen als Pigmentstreifen durch den nach dem weiblichen Kern vordringenden Spermakopf sichtbar ist.

Es liegt also die Vermutung nahe, daß infolge der durch die



Zentrifugalkraft bewirkten Verschiebung des weiblichen Kernes der Spermakern bei seinem Vordringen nach dem letzteren einen anderen Weg nehmen muß als im normalen Ei, was seinerseits wiederum zur Folge hat, daß die durch die Kopulationsbahn bezeichnete Richtung der ersten Furche eine Abweichung von dem zeigt, was normalerweise bei diesen Prozessen zu geschehen pflegt. Da bei Eiern, die vor der Besamung zentrifugiert wurden, die erste Furche, wenn auch bei einem geringen Prozentsatz, seitlich verschoben ist, so würde wohl dennoch diese Tatsache gerade für die Möglichkeit einer derartigen Interpretation sprechen.

Daß beim Auftreten der seitlichen Furche die Kerne verschoben sind, ersahen wir aus den Präparaten. Nach dem Bilde, welches uns der Embryo im Stadium von 2 ungleichen Blastomeren liefert, kann man schließen, daß in diesen Eiern eine seitliche Verschiebung des Kopulationskernes stattgefunden hat. Vergleicht man die Schnitte von Keimen, die gleich nach der Besamung im Stadium von 2 Blastomeren (Fig. 8) zentrifugiert worden sind, und solche Keime, die man 2 Stunden nach der Besamung hat rotieren lassen (Fig. 15), so kann man beobachten, daß in der ersteren die Kerne vollständig symmetrisch, gleich weit von der durch die Mitte des Eis gehenden Furche entfernt liegen, während sie bei Keimen, die in zuerst 2 ungleiche Blastomeren geteilt sind und sich nachher weiter partiell gefurcht haben, nach einer Seite hin mehr verschoben sind (in Fig. 15 nach rechts). Eine ganz ähnliche seitliche Verschiebung der Kerne sehen wir auch bei denjenigen Keimen, die nach der ersten Furchung zentrifugiert waren und bei denen die zweite Furche seitlich verlief. Eine präzise Erklärung für diese Erscheinung könnten aber erst solche Versuche liefern, bei denen die Methode der lokalisierten Befruchtung (Roux) angewandt wäre.

### B. Partielle Furchung der Eier.

Im beschreibenden Teil habe ich bereits auf das weitere Verhalten von Eiern hingewiesen, in denen sich die erste oder die zweite Teilung ungleichmäßig vollzog. Das aus der ersten Teilung resultierende große Blastomer oder die aus der zweiten Teilung hervorgegangenen 2 großen Blastomeren teilen sich bedeutend langsamer als die kleinen Blastomeren oder sie bleiben ganz oder teilweise ungeteilt.

In Fig. 21, welche den Schnitt eines Eis im Stadium von 4 Bla-

stomeren nach der zweiten ungleichen Teilung darstellt, sehen wir, daß im kleinen Blastomer der Kern bereits in Karyokinese eingetreten und die Spindel deutlich erkennbar ist, während sich im großen Blastomer der Kern noch im Ruhestadium befindet.

Die Erklärung für die Tatsache, daß sich das große Blastomer entweder gar nicht teilt oder nur oberflächliche Furchen aufweist, die sich aber oft bald wieder glätten, wird wahrscheinlich in der Disproportion zwischen dem Proto- und dem Deutoplasma, welche in dem Blastomer besteht, zu suchen sein. Dieses Verhältnis ist aus Fig. 21 ersichtlich. Das kleine Blastomer wird von einer schrägen Furche abgeschnitten, die aber den vegetativen Pol nicht erreichen kann, sondern schon über ihm endigt. Dadurch enthält das kleine Blastomer eine sehr geringe Menge von Deutoplasma, welches somit im großen Blastomer überwiegt.

### Diskoidale Furchung.

Schon Hertwig (18) hat angegeben, daß durch den Einfluß der Zentrifugalkraft auf Froscheier der holoblastische Furchungstypus in den diskoidalen umgewandelt wird, woraus im weiteren Verlauf Embryonen mit Spina bifida resultieren. Bei seinen Versuchen brachte er die Eier 3 Stunden nach der Besamung auf die Zentrifuge und ließ sie 24 Stunden lang rotieren.

Bei der Beurteilung der von Hertwig durchgeführten Versuche muß hervorgehoben werden, daß die Dauer der Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung sich auf die ganze Furchungsdauer erstreckt hat. Obgleich die Intensität der zentrifugalen Beschleunigung verhältnismäßig gering war, so war sie doch ohne Zweifel imstande, schon vor dem Auftreten der ersten horizontalen Furche (dritte Furche der Eiteilung) eine gewisse Lagenänderung der Substanz im Innern des Eis hervorzubringen.

Wie aber aus meinen Versuchen hervorgeht, ist dieser Zeitpunkt der kritische Moment für das Auftreten der diskoidalen Furchung.

Morgan (1902) hat in der Entwicklung von Eiern, welche 8–10 Std. zentrifugiert wurden, gleichfalls diskoidale Furchung beobachtet. Er ist der Ansicht, daß durch die Wirkung der Zentrifugalkraft das Protoplasma in der Gegend des weißen Pols beschädigt wird, daß die Kerne dorthin überhaupt nicht gelangen, und daß durch diese Störungen gewisse Partien des Eiplasmas die Fähigkeit einbüßen, sich an der weiteren Entwicklung zu beteiligen.



In seiner zweiten Arbeit (1906) ließ Morgan eine Zentrifugalkraft von sehr großer Intensität während einer kurzen Zeit auf die Eier wirken; er erhielt dabei Änderungen ganz anderer Art und eine Teilung, die das ganze Ei umfaßte.

Die Verschiedenheit der Resultate dieser beiden Arbeiten erklärt Morgan (06) in folgender Weise:

Bei langsamem Zentrifugieren trat bereits zu einem Zeitpunkte, in welchem die Zentrifugalkraft eine Umordnung der Substanzen noch nicht bewirken konnte, die Zellteilung ein, durch welche die kleineren animalen Zellen von den größeren vegetativen abgeschnitten wurden. Und während sich die ersteren sehr schnell teilten, so daß eine Umordnung der Substanzen in ihnen nicht stattfinden konnte, verlief in den letzteren die Teilung nur langsam, wobei die Zentrifugalkraft auf ihren Inhalt einwirkte und Änderungen hervorrief, die ihrer weiteren Entwicklung hinderlich waren. Auf diese Weise ist die untere Hemisphäre des Eis zerstört worden, während sich die obere weiter entwickelte. Je nach dem Umfange der angerichteten Beschädigungen entwickelten sich aus solchen Eiern verschiedene Arten von anormalen Embryonen. In vielen Fällen erlitt infolge der Lage des Eis in dem Röhrchen auf der Zentrifuge die eine Seite des Eis einen größeren Schaden als die andere. In den letzten Versuchen, in denen die angewandte Zentrifugalkraft stark und von kurzer Dauer war, wirkte sie auf das Ei als auf ein Ganzes, doch war die Zeit der Einwirkung so gewählt, daß die untere Hemisphäre nicht zerstört wurde. Infolgedessen entwickelten sich aus diesen Eiern normale Embryonen. Hätte man die Zentrifugalkraft längere Zeit hindurch einwirken lassen, so hätte sich nur die dem animalen Pole am nächsten liegende Eipartie gefurcht, die vegetative Hemisphäre wäre dagegen so beschädigt gewesen, daß eine normale Furchung in ihr nicht mehr hätte stattfinden können.

Die Ergebnisse meiner Versuche führen indessen zu einer etwas abweichenden Auffassung über den Ursprung der diskoidalen Furchung. Aus den im speziellen Teil der Arbeit beschriebenen Versuchen geht hervor, daß der kritische Moment für die Möglichkeit der Entstehung der diskoidalen Furchung in dem Zustande des Protoplasmas im Augenblick des Auftretens der dritten Furche gegeben ist.

Befindet sich die innere Struktur des Eis in dem Augenblick, in welchem der Embryo aus dem Stadium von 4 Blastomeren in



das Achtzellenstadium tritt, in normalem Zustande, oder nähert sie sich dem normalen Zustande, so ist auch ein normaler Furchungsprozeß möglich. Ist dagegen im Augenblick der Entstehung dieser ersten horizontalen Furchung, welche die 4 Blastomeren in 4 Mikro- und 4 Makromeren teilt, die innere Strukturverfassung gestört, — dann findet die diskoidale Furchung statt.

Wenn wir überdies noch bei der Deutung der Versuchsergebnisse die Ergebnisse der Arbeit von Gurwitsch berücksichtigen, wonach die Regulationsprozesse sich im Ei mit großer Leichtigkeit vollziehen, so erhalten wir ungefähr ein klares Anschauungsbild, welches uns sowohl die Ergebnisse der Arbeiten von Hertwig und von Morgan, als auch die Resultate unserer eigenen, oben beschriebenen Versuche erklärt.

In Hertwigs Arbeit, wo das Tempo der Rotation ein verhältnismäßig langsames war und die Rotation selbst 24 Stunden lang andauerte, bildete sich die horizontale Furchung noch auf der Zentrifuge in dem Moment, wo sich die Umordnung der Teile bereits vollzogen hat. Eine nachträgliche Regulation war auch ausgeschlossen, denn die einmal gebildete Furchung legte sich als Scheidewand zwischen die Mikro- und die Makromeren und ließ eine Rückwanderung der verschobenen Teile nach ihrer früheren Lage, die sie in der ursprünglichen Eistruktur einnahmen, nicht mehr zu. Dieselbe Erscheinung wird wohl auch in den früheren Versuchen Morgans stattgefunden haben. In den neueren Versuchen dieses Autors, in denen die Eier einer kurz andauernden Einwirkung einer Zentrifugalkraft von großer Intensität ausgesetzt waren, trat die Regulation noch vor Auftreten der dritten Furchung in Tätigkeit, so daß im Augenblick der Bildung dieser horizontalen Scheidewand die regulative Umordnung der Teile sich schon vollzogen haben konnte.

Auch meine Versuche ergaben Tatsachen, die gleichfalls für die Gültigkeit des Prinzips sprechen, daß der Zustand des Protoplasmas im Augenblick der Bildung der dritten Furchung den kritischen Moment für das Auftreten der diskoidalen Furchung bildet. Wir haben gesehen, daß das Zentrifugieren von Eiern vor ihrer Befruchtung, alsdann von Eiern nach der Befruchtung vor dem Auftreten der ersten Furchung und im Stadium zweier Blastomeren die diskoidale Furchung nicht zur Folge hat. In allen diesen Fällen ist zwar die Eistruktur durch das Zentrifugieren verändert worden, jedoch fand noch vor der Bildung der horizontalen Furchung eine regulative

Rückwanderung der Teile statt. Ebenso konnte eine diskoidale Furchung sehr leicht nachträglich reguliert werden, wenn die Eier im Stadium von 8 Blastomeren, d. h. bereits nach der Bildung der Horizontalfurchung zentrifugiert wurden. Dagegen haben wir festgestellt, daß das Zentrifugieren vor dem Auftreten der ersten und der zweiten Furchung vollständig überflüssig war und daß es genügt, wenn die Umordnung der Teile unmittelbar vor dem Erscheinen der dritten Furchung herbeigeführt wird, um die diskoidale Furchung zu erzielen. Wir haben gesagt, daß diese Umordnung unmittelbar vor dem Auftreten der horizontalen Furchung zu geschehen hat; — vollzieht sie sich nämlich früher, so wird sie durch die darauf folgende Regulation aufgehoben, und wenn die letztere vor der dritten Teilung zustande kommt, so erhalten wir eventuell statt der diskoidalen die normale Furchung.

### C. Teilung der Kerne ohne Teilung des Plasmas.

Die Teilung der Kerne ohne gleichzeitig stattfindende Teilung des Plasmas bei Froscheiern ist von Roux (51) beschrieben worden, welcher eines von den beiden Blastomeren zerstörte, ebenso von Hertwig (18 u. 16) in zentrifugierten Eiern und in Eiern, welche der Einwirkung einer Na Cl-Lösung ausgesetzt waren. Außerdem ist in einer ganzen Reihe von Arbeiten gezeigt worden, daß verschiedene Faktoren, welche die Irritabilität des Plasmas verringern, so die Temperatur (Driesch 5), der Mangel an Sauerstoff und die Einwirkung von  $\text{CO}_2$  (Godlewski 11 u. 11 a), narkotische Mittel (Wilson 67), die erhöhte Konzentration des Meerwassers (Loeb 26 u. 27), nur eine Teilung der Kerne zur Folge haben, während die Teilung des Plasmas durch dieselben beeinträchtigt wird. Dieselbe Erscheinung tritt auch bei der künstlichen Parthenogenese zutage (Lillie 25, Kostanecki 23).

In meinen Versuchen habe ich beobachtet, daß in jedem Eiteile, welcher ungeteilt bleibt, sei es eines von den Blastomeren, sei es die vegetative Hemisphäre, die Teilung der Kerne ohne Teilung des Plasmas stattfindet (vergl. Fig. 15, 19, 29, 30, 31).

Was den Ursprung dieser Kerne anbetrifft, so sind sie in Keimen, deren seitlicher Teil ungefurcht geblieben ist, ein Derivat des Kernes des großen Blastomers, welches ganz oder teilweise ungefurcht geblieben ist. Bei Eiern dagegen, welche sich diskoidal furchen, stammen sie wahrscheinlich von den 4 Kernen her, die nach



der dritten Teilung in der vegetativen Hemisphäre des Eis verblieben sind. Solchen Tatsachen, die für eine Wanderung der Kerne von der gefurchten nach der ungefurchten Eihemisphäre sprächen, bin ich nicht begegnet.

Ebensowenig habe ich in den sich partiell entwickelten Eiern irgendwelche Prozesse beobachtet, die auf eine Postgeneration (Roux) der beschädigten Teile hindeuten würden. Allerdings war bei solchen Eiern im späteren Blastulastadium ein größerer Teil des Eis gefurcht als in den früheren Stadien; in Eiern, die nach dem Auftreten der dritten Furche zentrifugiert wurden, teilte sich der anfangs ungefurchte vegetative Pol noch nachträglich, — es waren dies jedoch keine postgenerativen Prozesse, im Sinne von Roux (51). Eine Postgeneration, die darauf beruhen würde, daß sich zuerst ein inkompleter Embryo entwickelte und durch das Auftreten von postgenerativen Prozessen der fehlende Teil sich ergänzte, habe ich niemals beobachten können.

Somit führt die Gegenwart der Kerne sowie deren vollzogene Furchung in dem beschädigten Teil des Eis zu keiner Postgeneration, vielmehr spricht diese Tatsache für die Richtigkeit der Ansicht Wilsons (67), daß bei der Wirkung gewisser Faktoren einzelne Phasen der Zellenteilung einen hohen Grad von Unabhängigkeit erlangen. Die Tatsache der Teilung der Kerne ohne Teilung des Plasmas erklärt er auf die Weise, daß die Teilung des Cytoplasmas einen größeren Aufwand von Energie erheischt, als die der Kerne.

Darum wird auch infolge der in der Plasmastruktur hervorgerufenen Änderungen die Lebensenergie des Plasmas der zentrifugierten Eier geschwächt, so daß die Teilung der Kerne allerdings noch zustande kommen kann, eine Teilung des Plasmas jedoch nicht mehr stattfindet.

---

Ein bedeutender Teil der in obigen Ausführungen beschriebenen Änderungen kann später reguliert werden, so daß schließlich Embryonen von ganz normaler Konstitution hervorgehen können. In vielen Keimen sind jedoch die oben beschriebenen Änderungen sehr tiefgehend, so daß Mißbildungen entstehen müssen. In denjenigen Fällen z. B., in denen ein großer Teil des Eies ungefurcht geblieben ist, bilden sich nach der partiellen Furchung Defektembryonen oder andere Mißbildungen. In den Fällen der künstlich hervorge-



rufenen diskoidalen Furchung in den ersten Entwicklungsstadien können die Keime nach den entsprechenden Regulationsvorgängen dennoch normal gestaltete Embryonen ergeben.

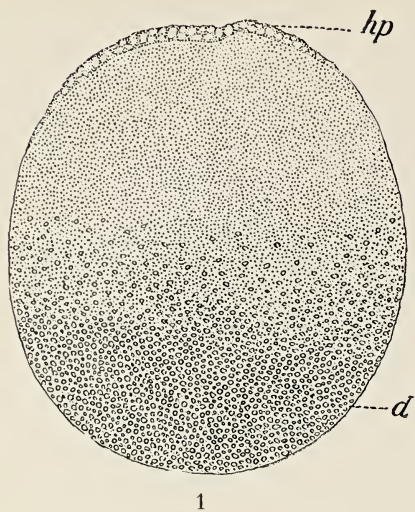
Zentrifugiert man jedoch die Eier längere Zeit hindurch, besonders nach dem vollständigen Auftreten der dritten Furche, oder zentrifugiert man sie unmittelbar vor dem Zustandekommen der dritten Furche, so werden nach der definitiven Ausbildung der horizontalen Scheidewand die Regulationsprozesse in der vegetativen Hemisphäre nicht auftreten, die diskoidale Furchung wird also auch in den späteren Entwicklungsphasen erhalten bleiben. Solche Keime sterben ab oder entwickeln sich zu Embryonen mit *Spina bifida*. Tabelle III auf S. 730 gibt uns ein Orientationsbild über den Prozentsatz der anormalen Embryonen nach der Einwirkung der zentrifugalen Beschleunigung auf verschiedenen Entwicklungsstadien.

Aus der embryologischen Abteilung des anatomischen Instituts in Krakau.

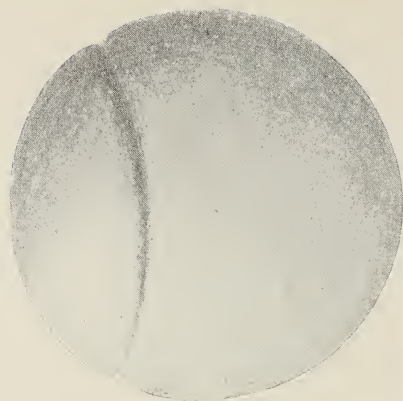
### Literaturverzeichnis.

- 1) Born. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXIV, 1885. — 2) Born. Anatomischer Anzeiger, Bd. VIII, 1893. — 3) Brachet. Archive de Biologie, vol. 21, 1904. — 4) Brachet. Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 22, 1906. — 5) Driesch. Zeitschrift für wissenschaft. Zool., Bd. 55, 1893. — 6) Driesch. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 2, 1895. — 7) Driesch. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 4, 1896. — 8) Driesch. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. XI, 1901. — 9) Driesch. *ibid.* Bd. XIV, 1905. — 10) Driesch. Ergebnisse der Physiologie, 1906. — 11) Godlewski (inn.). Archiv für Entw.-Mech., Bd. 11, 1901. — 11 a) Godlewski (inn.). *ibid.* Bd. 26, 1908. — 12) Gurwitsch. Verhandlungen d. Anat. Gesellsch., Jena, 1904. — 13) Gurwitsch. Anat. Anzeiger, Bd. 27, 1905. — 14) Hertwig O. Morphologische Jahrbücher, Bd. 3, 1877. — 15) Hertwig O. Archiv für mikr. Anatomie, Bd. 42, 1893. — 16) Hertwig O. *ibid.* Bd. 44, 1894. — 17) Hertwig O. *ibid.* Bd. 51, 1898. — 18) Hertwig O. *ibid.* Bd. 53, 1898. — 19) Hertwig O. *ibid.* Bd. 63, 1904. — 20) Hertwig R. Über das Wechselverhältnis von Kern und Protoplasma. München, 1903. — 21) Kathariner. Archiv für Entw.-Mech., Bd. XII, 1901. — 22) Kathariner. *ibid.* Bd. 14, 1902. — 23) Kostanecki K. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, 1908. — 24) Lillie F. R. Journal of experimental Zoology, vol. 3, 1906. — 25) Lyon. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 23, 1904. — 26) Loeb J. Journal of Morphology, vol. 7, 1902. — 27) Loeb J. Archiv für Entw.-Mech., Bd. 2, 1893. — 28) Morgan T. H. Anatomischer Anzeiger, Bd. 10, 1895. — 29) Morgan T. H. *ibid.* Bd. 21, 1902 und 25, 1904. — 30) Morgan T. H. Archiv für Entw.-Mech., 15, 1902. — 31) Morgan und Boring. Arch. für Entw.-Mech., Bd. 16, 1903. — 32) Morgan-Solger. Die Entwicklung des Froschoies. Leipzig. 1904. — 33) Morgan T. H. Archiv für Entw.-Mech.,

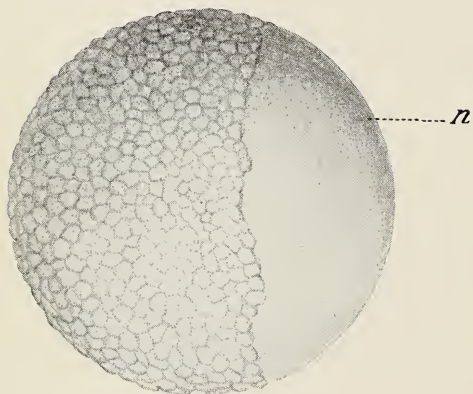




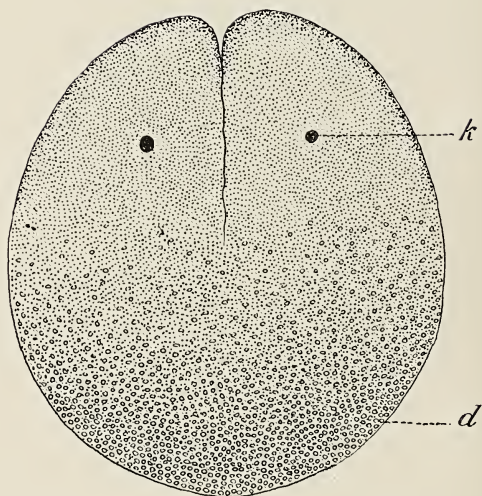
1



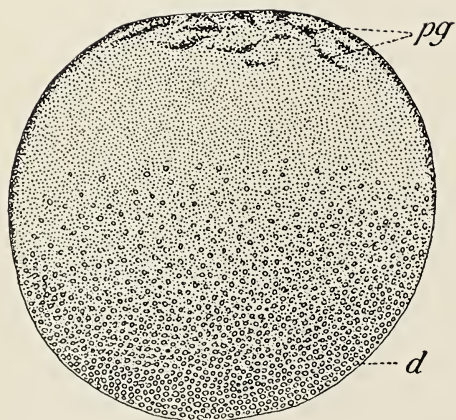
2



3



6

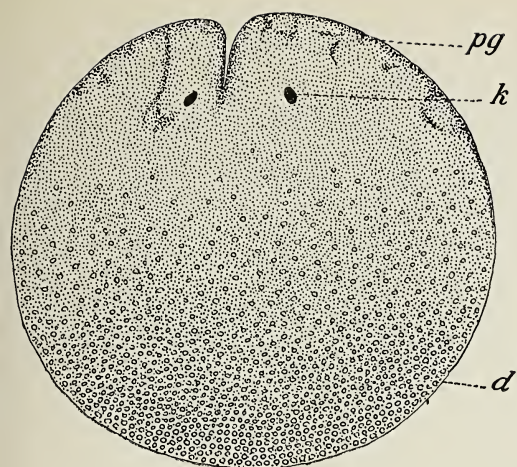


4

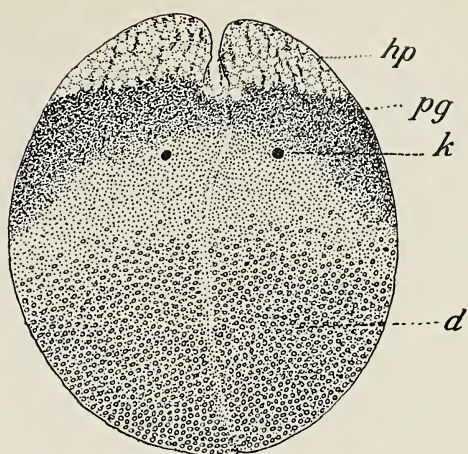


9

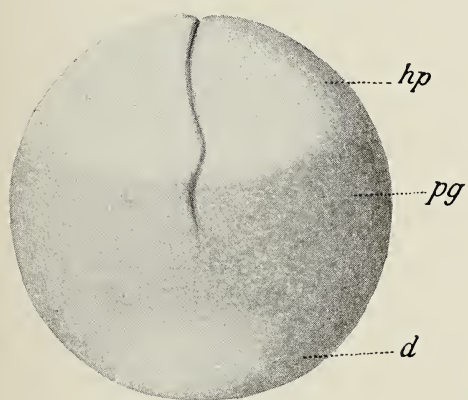




7



8



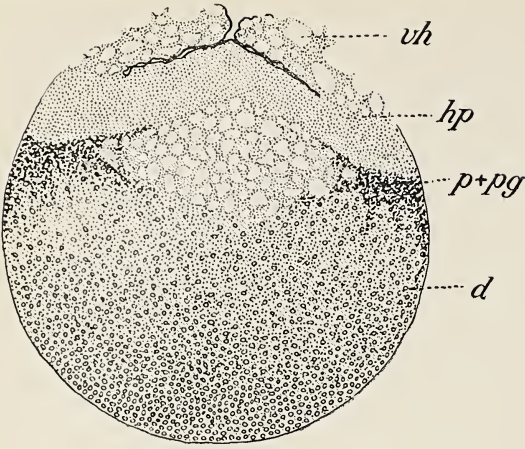
11



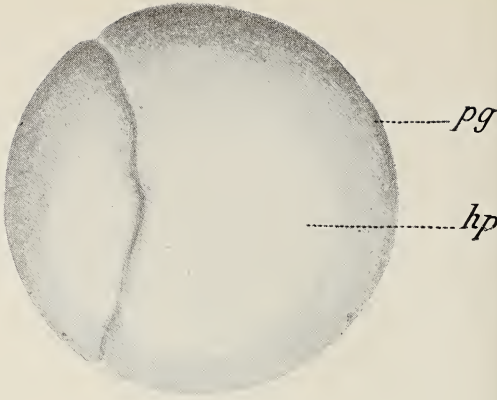




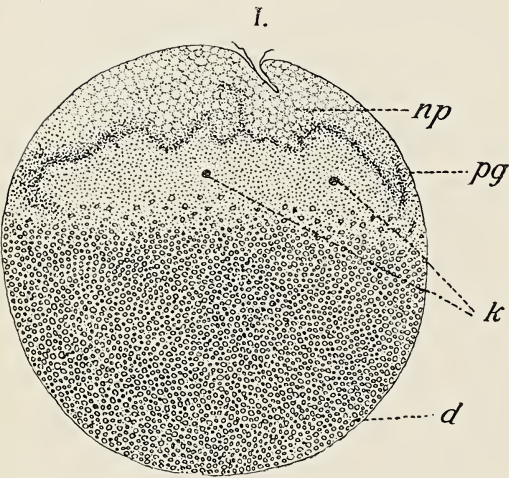




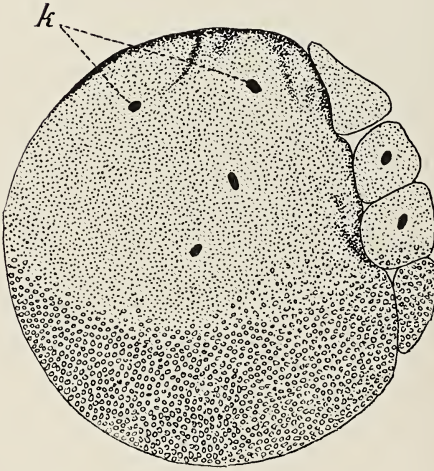
12



13



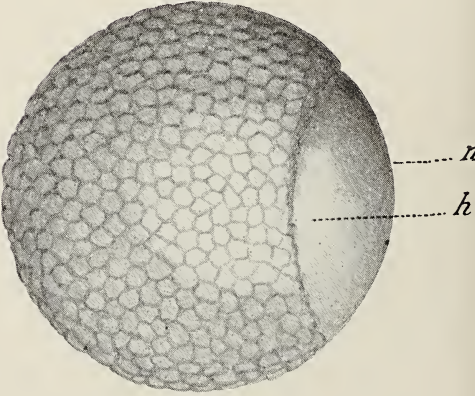
14



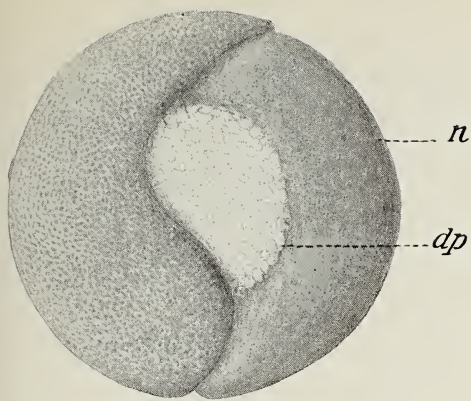
15



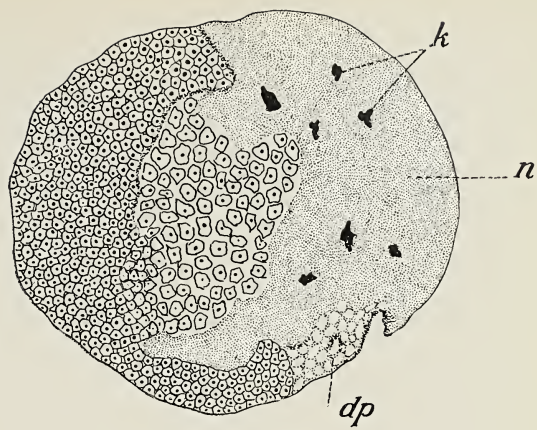
16



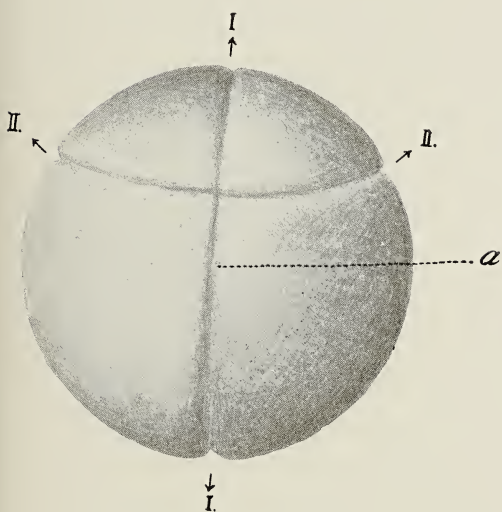
17



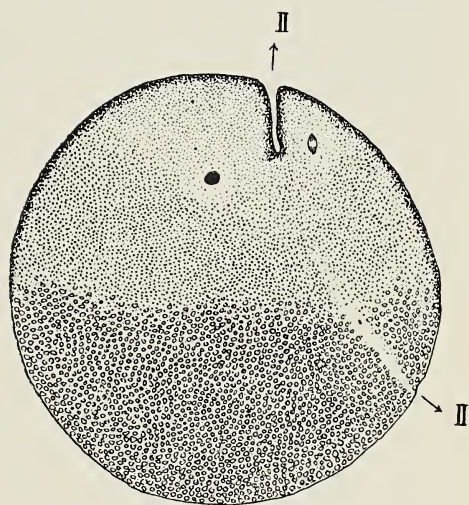
18



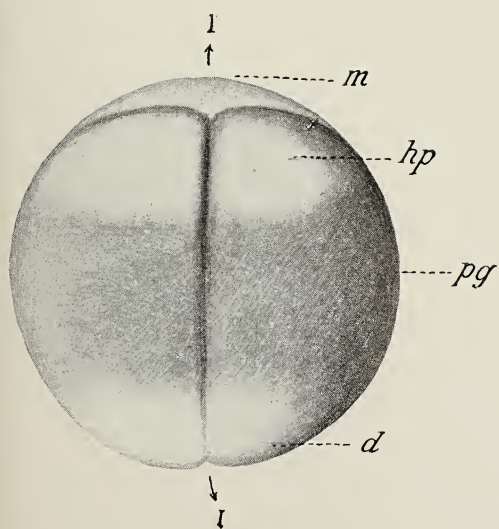
19



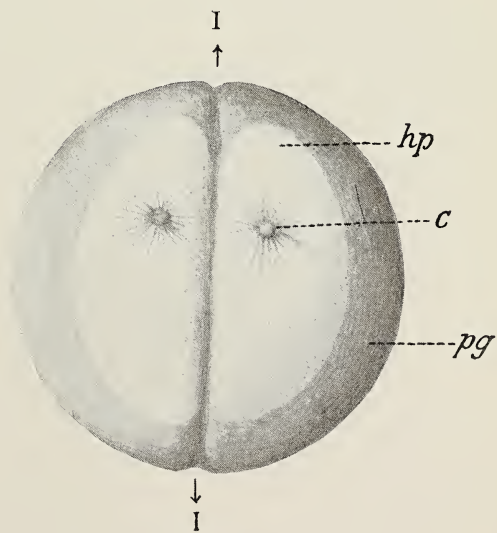
20



21



22

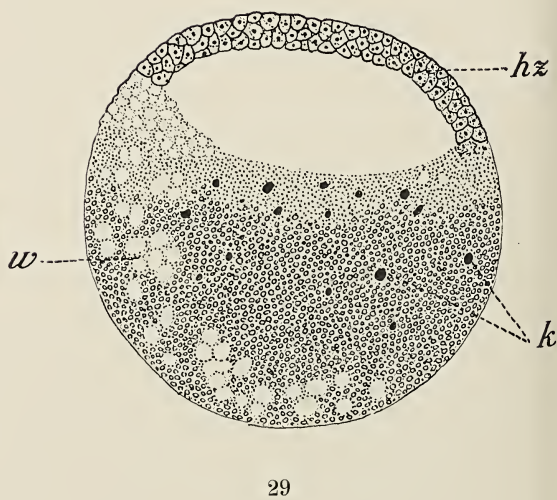
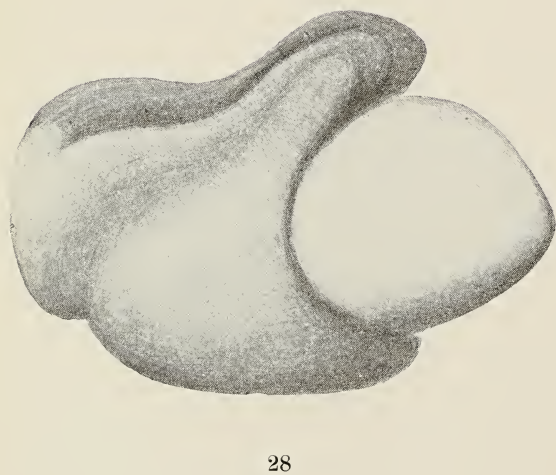
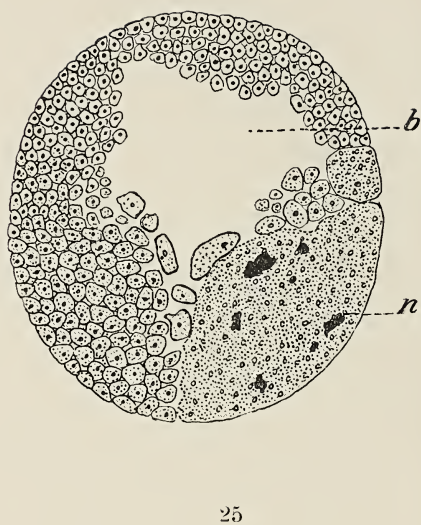
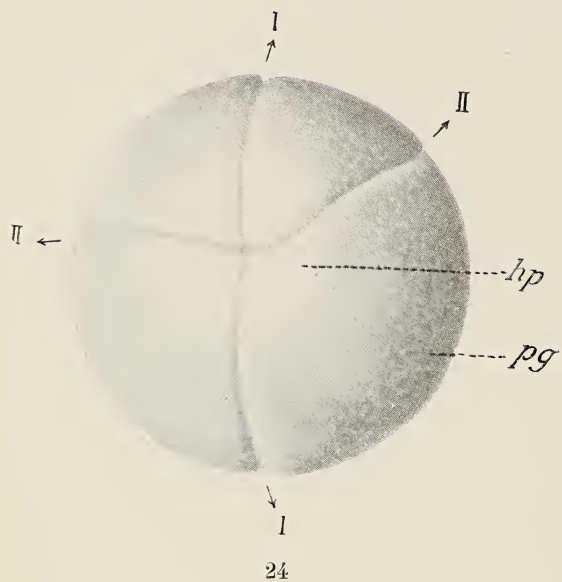


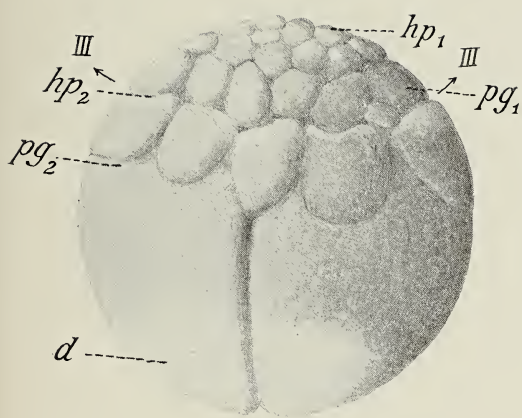
23



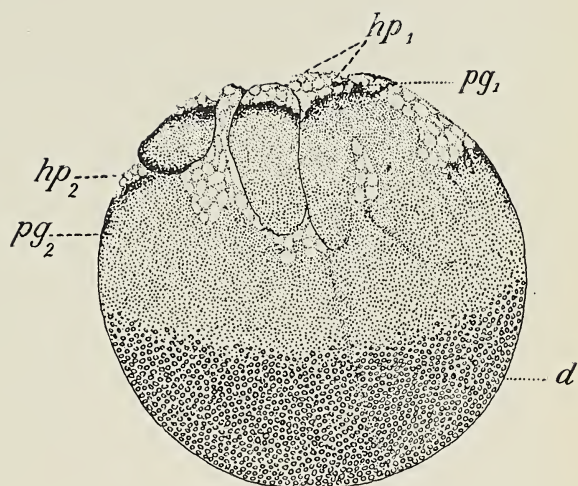




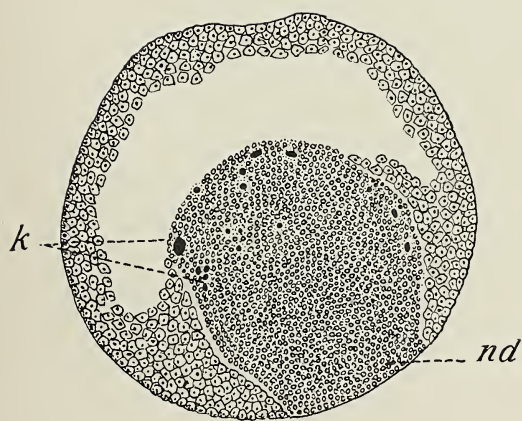




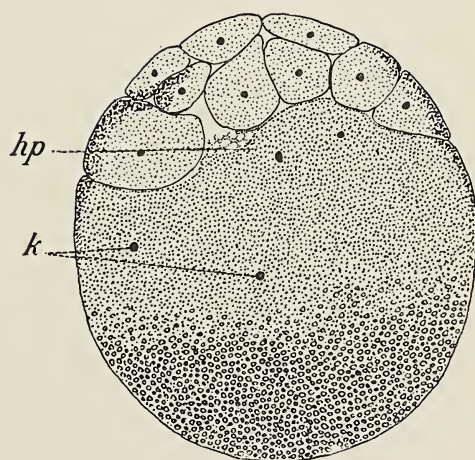
26



27



30



31





Bd. 18, 1904. — 24) Morgan T. H. and Torelle. *ibid.* — 35) Morgan T. H. *ibid.* Bd. 19, 1905. — 36—38) Morgan T. H. *ibid.* — 40) Morgan T. H. *ibid.* Bd. 22, 1906. — 41) Morgan T. H. and Lyon. *ibid.* Bd. 24, 1907. — 42) Moszkowski M. *Archiv für mikr. Anatomie*, Bd. 60, 1902. — 43) Moszkowski M. *ibid.* Bd. 61, 1902. — 44) Peter. *Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. 20, 1905. — 45) Pflüger. *Arch. für d. gesamte Physiologie*, Bd. 31, 1883. — 46) Pflüger. *ibid.* Bd. 32, 1883. — 47) Pflüger. *ibid.* Bd. 34, 1884. — 48) Roux W. *Gesammelte Abh.* Nr. 19, 1884. — 49) Roux W. *ibid.* Nr. 20, 1885. — 50) Roux W. *ibid.* Nr. 21, 1887. — 51) Roux W. *ibid.* Nr. 22, 1888. — 52) Roux W. *ibid.* Nr. 27, 1893. — 53) Roux W. *Anat. Anzeiger*, Bd. 8, 1893. — 54) Roux W. *ibid.* Bd. 23, 1903. — 55) Ružička. *Ergebnisse d. Anat. und Entwicklungsgesch.*, Bd. 16, 1907. — 56) Schultze O. *Zeitschr. für wissensch. Zoologie*, Bd. 45, 1887. — 57) Schultze O. *Biol. Zentrallblatt*, Bd. 7, 1887. — 58) Schultze O. *Anat. Anzeiger*, Bd. 9, 1894. — 59) Schultze O. *Arch. für Entw.-Mech.*, Bd. 1, 1894. — 60) Schultze O. *Anat. Anzeiger*, Bd. X, 1895. — 61) Schultze O. *ibid.* Bd. XIV, 1899. — 62) Schultze O. *Arch. für mikr. Anat.*, Bd. 55, 1900. — 63) Schultze O. *ibid.* Bd. 55, 1900. — 64) Schultze O. *ibid.* Bd. 56, 1900. — 65) Wetzell. *Arch. für mikr. Anat.* Bd. 63, 1904. — 66) Wilson E. B. *Arch. für Entw.-Mech.*, Bd. 12, 1901. — 67) Wilson E. B. *ibid.* Bd. 13, 1901. — 68) Ziegler K. *Anatomische Hefte*, Bd. 41, 1901.

## Erläuterung der Abkürzungen.

*hp* — Hyaloplasma.  
*hp<sub>1</sub>* — Hyaloplasma in animalen Blastomeren.  
*hp<sub>2</sub>* — Hyaloplasma in vegetativen Blastomeren.  
*h z* — Zellen mit hell aussehendem Protoplasma.  
*v h* — Vakuolisiertes Hyaloplasma.  
*p g* — Pigment.  
*p + pg* — Pigmentierte Plasmaschicht.  
*pg<sub>1</sub>* — Pigment in animalen Blastomeren.  
*pg<sub>2</sub>* — Pigment in vegetativen Blastomeren.  
*k* — Kerne.  
*n* — Ungefurchter Keimteil.  
*d* — Deutoplasma.  
*nd* — Ungefurchter Teil des Keimes mit Deutoplasma.  
*dp* — Dotterpfropf.  
*b* — Blastocoel.  
*w* — Vakuolen.  
*m* — Eimembran.  
*c* — Hügel.

## Erklärung der Abbildungen.

*Fig. 1.* Schnitt durch ein unbefruchtetes Ei, welches 30 Minuten lang zentrifugiert wurde. Zentrifugale Beschleunigung zirka 228 *g*.

*Fig. 2—5.* Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche in nie-

derer Temperatur 5 Stunden lang vor dem Auftreten der ersten Furche zentrifugiert wurden. Zentrifugale Beschleunigung zirka 12 *g*. Fig. 2 — zwei ungleich große Blastomeren von der animalen Hemisphäre gesehen. Fig. 3. Halblastula von oben gesehen. Fig. 4. Schnitt durch ein gleich nach dem Zentrifugieren abgetötetes Ei. Fig. 5. Schnitt durch Zweiblastomerenstadium. Die Blastomeren sind von ungleicher Größe.

*Fig. 6.* Schnitt durch einen normalen Keim, Zweiblastomerenstadium.

*Fig. 7—9.* Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche 15 Minuten nach der Besamung 25 Minuten lang zentrifugiert wurden. Fig. 7. Zweiblastomerenstadium. Die erste Furche hat den vegetativen Pol noch nicht erreicht. Fig. 8. Schnitt durch einen ähnlichen Keim. Blastomeren gleich groß. Fig. 9. Mißbildung mit Defekten in der Kopfgegend.

*Fig. 10.* Normale Kaulquappe. Kontroll-exemplar zu Fig. 9.

*Fig. 11—19.* Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche 2 Stunden nach der Besamung 20 Minuten lang zentrifugiert wurden. Zentrifugalbeschleunigung zirka 228. Fig. 11. Gleich nach Aufhören des Zentrifugierens abgetötetes Ei. Fig. 12. Schnitt durch ein ähnliches Ei. Fig. 13. Zwei ungleich große Blastomeren — animale Hemisphäre. Fig. 14. Schnitt durch einen ähnlichen Keim. Fig. 15. Späteres Furchungsstadium. Im ungefurchten Plasmateil liegen zahlreiche Kerne zerstreut. Fig. 16. Halblastula von der animalen Hemisphäre aus gesehen. Fig. 17. Noch späteres Stadium. Fig. 18. Gastrulastadium, gesehen von der Seite des vegetativen Poles. Der Keim ist nur in einer Hälfte gefurcht. Fig. 19. Schnitt durch eine Halbgastrula. Späteres Stadium.

*Fig. 20—21.* Keime, die sich aus den Eiern entwickelt haben, welche im Zweiblastomerenentwicklungsstadium 5 Stunden lang in niedriger Temperatur zentrifugiert wurden. Zentrifugalbeschleunigung 12 *g*. Fig. 20. Vierblastomerenstadium, die zweite Furche verläuft seitlich. Fig. 21. Ein ähnlicher Embryo im Durchschnitten. Die Schnittfläche war der ersten Furchungsebene parallel.

*Fig. 22—25.* Die Embryonen, die sich aus den Keimen entwickelt haben, welche im Zweiblastomerenstadium 20 Minuten lang zentrifugiert wurden. Zentrifugale Beschleunigung zirka 228 *g*. Fig. 22. Ein gleich nach Aufhören des Zentrifugierens abgetöteter Keim. Die Membran vollkommen erhalten, am animalen Pol Abplattung. Fig. 23. Der Keim von der Seite der animalen Hemisphäre gesehen, 20 Minuten nach Aufhören des Zentrifugierens abgetötet. Fig. 24. Vierblastomerenstadium von der Seite des animalen Poles gesehen. Die zweite Furche verläuft seitlich. Fig. 25. Schnitt durch eine Dreiviertelblastula.

*Fig. 26—28.* Embryonen, die sich aus den Keimen entwickelt haben, welche im Achtblastomerenstadium zentrifugiert wurden. Zentrifugale Beschleunigung zirka 228. Fig. 26. Der Keim wurde 2 Stunden nach 15 Minuten lang dauerndem Zentrifugieren abgetötet. Inzwischen ist die vierte und die fünfte Furche aufgetreten. Fig. 27. Schnitt durch einen Keim, welcher 25 Minuten lang zentrifugiert wurde. Abgetötet gleich nach Aufhören des Zentrifugierens. Fig. 28. Embryo mit weit geöffnetem Blastoporus.

*Fig. 29.* Schnitt durch einen Embryo, der sich aus dem Keim entwickelt hat, welcher unmittelbar vor dem Auftreten der dritten Furche stark zentrifugiert wurde. Das Entwicklungsstadium entspricht einer Gastrula. Am vegetativen Pol ist die Dottersubstanz ungefurcht geblieben.



*Fig. 30.* Schnitt durch eine Gastrula, die sich aus dem Keim entwickelt hat, welcher nach dem Auftreten der dritten Furchung zentrifugiert wurde. Am vegetativen Pol ist die Dottersubstanz ungeteilt.

*Fig. 31.* Schnitt durch einen diskoidal gefurchten Keim.

57. *Dalsze badania nad morfologią i historią rozwoju jajnika owadów. Część trzecia. — Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung.* Note de M. H. WIELOWIEYSKI, présentée par M. A. Wierzejski m. t.  
(Planches XXVIII et XXIX).

Zusammenfassung der Ergebnisse der gleichnamigen polnischen Arbeit und Tafelerklärung.

In dem vor 3 Jahren erschienenen I. Teile der vorliegenden Arbeit<sup>1)</sup> habe ich die Ovarien der Coleopteren in 3 Kategorien geschieden, deren zwei erste jetzt wiederholt zum Gegenstand eingehender Untersuchung wurden.

Das Ovarium der Coleopteren (mit alleiniger Ausnahme der Adephagen, die besonders behandelt werden) besteht aus einem mit Follikelepithel ausgestatteten Ovidukte und einer gewöhnlich keulenförmigen Endkammer, die mit demselben durch Vermittlung eines verjüngten Übergangsstückes verbunden ist und an ihrer Spitze mit einem Endfaden abschließt.

Diese Kammer wird allgemein als aus zwei funktionell wie auch morphologisch verschiedenen Teilen bestehend aufgefaßt: dem Keimlager und der Nährkammer.

Die Nährkammer all dieser Ovarien wird von den meisten Autoren, wie Korschelt<sup>2)</sup>, Gross<sup>3)</sup>, Mollison<sup>4)</sup>, Saling<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> H. Wielowieyski: Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Arb. d. Zool. Institutes der Univ. Wien 1905.

<sup>2)</sup> E. Korschelt: Über die Entstehung und Bedeutung der versch. Elemente d. Insektenovariums. Ztschr. für wiss. Zool. 1886.

<sup>3)</sup> J. Gross: Untersuchungen über das Insektenovarium. Zool. Jahrb. f. Anat. 1903.

<sup>4)</sup> Mollison: Die ernährende Tätigkeit des Follikelepithels von Melolontha. Ztschr. f. wiss. Zool. 1904.

<sup>5)</sup> Th. Saling: Zur Kenntnis d. Entwickl. der Keimdrüsen von Tenebrio. Ebenda 1907.

im Einklange mit der entsprechenden Auffassung der Endkammer der Hemipteren dahin gedeutet, daß die in derselben eintretende Zellauflösung zur Bildung heller „protoplasmatischer Räume“ führt, aus welchen die Oocythen vermittle ihrer Ausläufer (Dotterstränge) ihre Nahrung schöpfen.

In meinen Untersuchungen bin ich zu der Einsicht gekommen, daß diese Auffassung im Speziellen ergänzungsbedürftig ist.

Die „protoplasmatischen Räume“ sind wohl hie und da anzutreffen (obwohl man bei genauer Fixierung genug Exemplare findet, die derselben vollständig entbehren) — ihre Lage, Form und Umfang, die überhaupt recht unbestimmt sind, schließen den Vergleich mit dem Zentralraum der Hemipteren-Endkammer vollständig aus. Wenn wir ferner die postembryonale Entwicklung heranziehen<sup>1)</sup>, nach welcher sich der Bau dieses Endkammerbezirkes als ein Komplex von individualisierten Plasmasträngen erweist, so dürfen wir nicht mehr zögern, diesen Plasmagerinseln den Wert eines definierten Organes abzusprechen. Ihre Entstehung ist wohl auf Zerstörung der Endkammerzellen und einer Liquefaktion ihres Plasmas zurückführbar (was meistens in recht alten Ovarien vorkommen scheint); aber daß die auffallendsten Bilder, wie sie z. B. von Mollison (a. a. O. Fig. 10 u. 11) dargestellt werden, auf Kunstprodukten beruhen, erscheint mir zweifellos. Die Ernährung der Oocythen geht auf einem anderen, wohl demjenigen der Hemipteren homologen, obschon modifizierten Wege vor sich. In Übereinstimmung nämlich mit dem entsprechenden Vorgange bei den Hemipteren (a. a. O. II. Teil) besteht eine materielle, primäre Verbindung zwischen Oocythen und Trophocythen, die auf ihre gemeinsame Herkunft von der Oogonie zurückführbar ist, und die ebenso der Entstehung jener feinen, fadenförmigen Fortsätze der Oocythen der Wanzen, wie auch der Bildung der von Gross entdeckten Ausläufer (Dotterstränge) der Oocythen bei Coleopteren zugrunde liegt.

Die Sache wird insbesondere aus den Bildern Fig. 5—8 klar, wo man den primären Zusammenhang der aus dem Teilungsprozesse der Oogonie resultierenden Zellen bis zum Imagostadium (Fig. 8,

<sup>1)</sup> s. o. Wielowieyski: Weitere Untersuchungen über Insektenovarien etc. II. Teil. Hemipteren. Verh. d. k. k. Akademie d. Wiss. Krakau 1908.

16 u. a.) verfolgen kann. Nun aber unterscheidet man im weiteren Differenzierungsvorgange zweierlei Eventualitäten.

Entweder werden die Oocythen auf einem gewissen Stadium (etwa nach Vollendung der letzten Oogonienteilungen) auf einmal oder beinahe gleichzeitig herausdifferenziert, wobei sie nur mittels je eines feinen Fädchens mit ihren trophischen Schwesterzellen zusammenhängen (*Coccinella*), respektive diesen Zusammenhang bald lösen (*Hydrophilus*, *Telephorus*), oder aber das Keimbläschen bleibt längere Zeit als neutraler Zellkern in Gesellschaft anderer, von ihm nicht zu unterscheidender Kerne in je einem vielkernigen Plasmagebilde liegen, aus welchem erst in späteren Abschnitten des Imaginallebens die Oocythe allmählich hervorsproßt (Fig. 13). Der Gegensatz der beiden Typen ist sowohl ein morphologischer, als auch ein physiologischer. Der morphologische besteht in dem frühzeitigen Abschlusse der Oocythenbildung bei *Hydrophilus*, *Telephorus*, *Coccinella*, *Necrophorus*, und dem nachfolgenden Größenwachstum der Trophocythen, die dann aber bis zum Ende ihrer nutritiven Tätigkeit intakt bleiben (wie bei Hemipteren), wogegen bei *Melolontha*, *Geotrupes*, *Tenebrio*, *Lucanus*, *Oryctes*, *Lampyrus*, *Silpha*, *Rhizotrogus* etc. der Gegensatz zwischen Oocythe und Trophocythe erst im letzten Augenblicke bemerkbar wird, indem das künftige Keimbläschen von den übrigen Kernen des diesbezüglichen vielkernigen Plasmagebildes samt dem zugehörigen Cytoplasma abgesondert wird. Der physiologische Unterschied besteht nun aber in der nachgewiesenen Auflösung des mit der Oocythe verbundenen polynukleären Teiles des gemeinsamen Plasmakomplexes und der Verwandlung desselben samt dem Kernmaterial als Ernährungssubstanz der Oocythen, was sowohl bei der anderen Gruppe, als auch insbesondere bei den Hemipteren im Laufe jenes Prozesses nicht der Fall ist und erst nach dessen Abschluß eintreten kann.

Kurz läßt sich unsere Kenntnis all dieser Vorgänge und Verhältnisse folgendermaßen präzisieren.

1) Als die eigentliche Keimdrüse des Coleopterenovariums (des non adepagen Typus) ist derjenige Teil der Eiröhre zu betrachten, der als eine frühzeitig in der Embryonalanlage abgesonderte Zellgruppe zeitweilig eine weitgehende Selbständigkeit besitzt, später vom Mesoblasten mit Endfaden und Ovidukt (samt Follikelepithel) versorgt, den Hauptteil der Endkammer ausmacht.

2) In den allerfrühesten Stadien ist die eigentliche Endkammer



aus gleichartigen Zellen gebildet, welche das Oogonien-Stadium, resp. (nach einer Reihe karyokinetischer Teilungen) seine unmittelbaren Derivate darstellen. In einem gewissen Zeitpunkte der nachembryonalen Entwicklung lösen sich von der Oviduktanlage amöboid Follikelzellen ab und wandern von unten und von den Seiten zwischen die Gonadenzellen ein, wo sie sich an deren Lebensfunktion beteiligen und zuletzt als Begleitung der heranwachsenden Oocythen den Inhalt des Oviduktes ausmachen.

3) Nach vollendeter Oogonienteilung, welche vielfach miteinander durch Plasmabrücken verbundene Zellen liefert, findet die Differenzierung der letzteren in Oocythen und Trophocythen (Nährzellen) statt, wobei die obengenannten Plasmabrücken zu Dottergängen der jungen Eizellen sich ausbilden können.

4) Dieser Vorgang, insbesondere wie er beim Typus *Coccinella-Telephorus* bekannt ist, kann mit demjenigen der Hemipteren homologisiert werden, wo die Trophocythen ebenso den oberen Teil der Endkammer einnehmen, die Oocythen im unteren Teile desselben das Keimlager herstellen. Der einzige Unterschied beruht darauf, daß bei letzteren eine weitgehende Umlagerung der Teilungsprodukte stattfindet<sup>1)</sup> und die Plasmabrücken in lange, fadenförmige Fäden ausgezogen werden, wobei sie im Zentralraume der Endkammer nebeneinander verlaufend, den so lange für homogene Substanz gehaltenen „protoplasmatischen Raum“ der Autoren bilden.

5) Die Differenzierung der Teilungsprodukte der Oogonien geschieht auf zweifache Weise. Entweder findet sie in einem Tempo statt, so daß alle Oocythen ungefähr gleichzeitig aus dem neutralen Zellmaterial entstehen, oder aber sie werden erst nach und nach gebildet.

Im ersten Falle (Hemiptera und Coleoptera der *Coccinella*-Gruppe) unterliegen die gleichzeitig herausdifferenzierten Nährzellen noch einem bedeutenden Größenwachstum (welches bei Hemipteren mit Kernvermehrung verbunden ist) und fungieren während der ersten Jugendperiode der Oocythen als Nahrung sezernierende Drüsenzellen, ohne hiebei ihren Zellcharakter einzubüßen; im zweiten Falle (*Melolontha*-Gruppe) unterliegen die vielkernigen, aus den Oogonien entsprungenen Plasmagebilde, die in sich beiderlei Haupt-

<sup>1)</sup> Vergl. den zweiten Teil der vorliegenden Arbeit in den Verhandlungen d. k. k. Akademie d. Wissensch. Krakau 1908.

elemente des Ovariums enthalten, beim Beginn der Abschnürung und Herausbildung der Oocythe einer regressiven Metamorphose. Diese letztere beruht darauf, daß der mit der Oocythe verbundene Plasmateil des Syncytiums zu einer immer länger und dünner werdenden Plasmabrücke ausgezogen wird (Dottergang) und der übrige Teil des polynukleären Gebildes eine eigentümliche Verödung und Auflösung seiner Zellkerne und schließlich die Auflösung seines Protoplasmas aufweist.

6) Inwiefern zwischen den beiden Typen auch darin ein Unterschied obwaltet, daß beim ersten nur eine einmalige Oocythenbildung stattfindet — (unser Bild der Keimstätte bei *Coccinella* (Fig. 7) führt uns die definitiv gebildete Oocythenzahl vor, welche bei Mangel jeglicher Oocythenteilung nicht mehr vergrößert werden kann) — beim zweiten Typus hingegen die vielkernigen Oogonienderivate des oberen Teiles der Endkammer die aufgelösten Gonotokonten des unteren Teiles ablösen können (wie es bei den Adephagen der Fall ist), bleibt weiterer Untersuchung vorbehalten. Von der Entscheidung dieser Frage wird es nur abhängen, ob dem oberen Teile der Endkammer des *Melolontha*-Typus ein rein nutritiver oder aber ein gemischter, im allgemeinen germinativer Charakter zuerkannt werden kann.

### Tafelerklärung.

Sämtliche Zeichnungen sind vermittle des Zeisschen Zeichenprismas aufgenommen. Die ganze Tafel nachträglich (photogr.) auf ein Drittel verkleinert.

Fig. 1. *Hydrophilus piceus*. Längsschnitt durch den obersten Teil der Endkammer. Endfaden deutlich gesondert. Zellen groß und saftig, zuweilen miteinander in vertikaler Richtung verbunden. Zellkerne chromatinreich mit größeren und kleinen Mikrosomen, die durch ein Liningerüst verbunden sind. Diese Chromatinelemente ballen sich auf fixierten Objekten mit dem Kernplasma zu einem Klumpen zusammen, der oft beim Schneiden in toto herausfällt und einen leeren Raum zurückläßt. Auflösungsprozesse und „protoplasmatische Räume“ finden sich nur in seltenen anormalen Fällen. In den Lücken zwischen den großen Nährzellen findet man, oben seltener, nach unten zu immer häufiger Follikelepithelzellen, die hier wie nackte Zellkerne aussehen, in Wirklichkeit aber mit einer dünnen, amöboidalen Protoplasmaschicht ausgestaltet sind und in echte Epithelzellen übergehen. Herrmannsche Lösung, Heidenh. Eisenhämatoxylin. Zeiss. D. 2.

Fig. 2. Unterster Teil derselben Endkammer. Oben die großkernigen Nährzellen, nach unten zu die viel kleineren, kleinkernigen Oocythen, deren Zusammenhang mit den Trophocythen, sowie mit den intermediären Zellen hie und da nachweisbar ist. Die Kerne enthalten zweierlei Chromatinkörner: a) große, scheinbar aus mehreren zusammengesetzte, b) kleine, ganz runde Körnchen, die zwischen den



ersteren zerstreut liegen. Der Kerninhalt ist zusammengezogen. Follikelzellen seitlich epithelartig an der Wand gelagert, im Inneren der Endkammer zwischen Oocythen und Trophocythen als Wanderzellen zerstreut. Herrm. Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. D. 3.

Fig. 3 u. 4. Trophocythen (T), Oocythen (c) und intermediäre Zellen (a) von demselben Schnitte. Zeiss. F. 3.

Fig. 5. Längsschnitt einer Ovarialanlage bei der Puppe derselben Spezies. Endfaden durch seinen Bau von der darunter liegenden Endkammer scharf gesondert, aus schmalen, quer gelegenen Zellen. Endkammer mit großen Zellen, die nach der Längsrichtung geordnet mit Plasmabrücken in derselben Richtung verbunden sind. Da die Zellen alle noch gleich groß sind und noch keine Differenzierung in Oo- und Trophocythen, wohl aber karyokinetische Teilungen aufweisen, sind sie für Oogonien zu halten. Zeiss. D. 3.

Fig. 6. Unterste Partie desselben Schnittes stärker vergrößert. Die untersten Zellen scheinen die Teilungsperiode hinter sich zu haben, gleichen aber noch immer den darüber liegenden Zellen, so daß man in dieser Zellengruppe die indifferente (embryonale) Lebensphase der drei auf Fig. 3 u. 4 dargestellten Zellenarten erkennt und ihren primären Zusammenhang konstatiert. Die Follikelzellen bilden ein solides Zellpolster unterhalb der Endkammer und beginnen einzeln in dieselbe einzudringen. Zeiss. Homog. Immers. Oc. 3.

Fig. 7. Längsschnitt durch den unteren Teil der Endkammer des Ovariums einer Subimago von *Coccinella septempunctata*. Trophocythen (TC) in Längsreihen durch Plasmabrücken verbunden — groß und saftig mit chromatinreichen Kernen. Die Oocythen (oc) weisen hie und da auch Plasmabrücken auf, die sie mit einzelnen Trophocythen verbinden und später zu langen Ausläufern ausgesponnen werden. In der Größe sind sie vorläufig von den letztgenannten Zellen überholt worden, da ihre Wachstumsperiode noch nicht eingetreten ist. Keimbläschen mit einem dünnen Chromatinfaden, der meistens in der Mitte im Innern des Kernes stark zusammengeballt erscheint (Synapsis).

Das vorliegende Bild entspricht recht wahrscheinlich dem uns hier fehlenden Stadium des Ovariums von *Hydrophilus*. Alkohol-Essigsäure. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Immers. 3.

Fig. 8. Längsschnitt durch den unteren Teil der Endkammer einer jungen Imago von *Telephorus fuscus*. Oben die Nährzellen in Längsreihen. Kerne mit Chromosomen und Reticulum. Unten die Oocythen, deren eine mit der untersten Trophocythe verbunden ist. Herrmannsche Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Inn. 3.

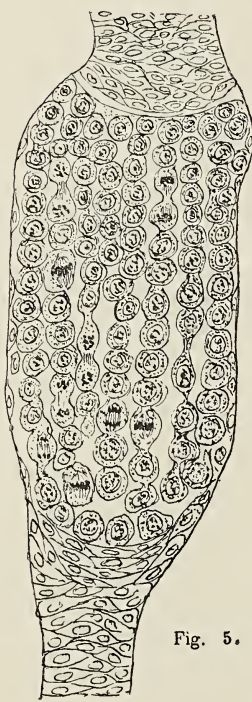
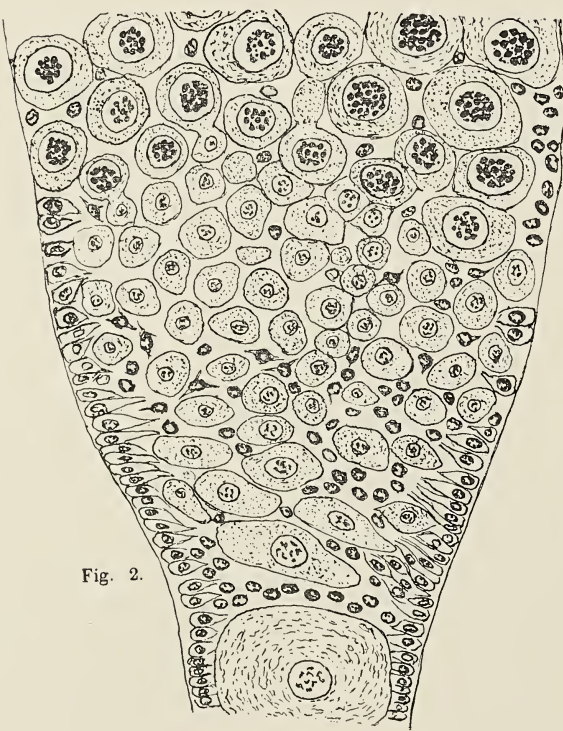
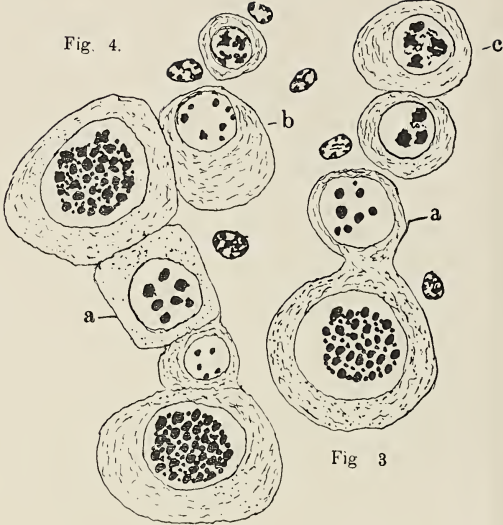
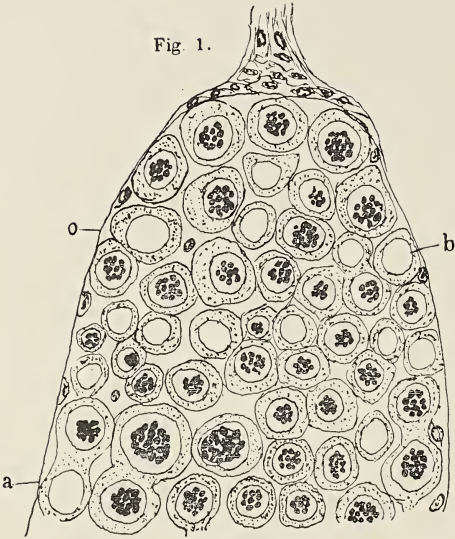
Fig. 9. *Necrophorus Vespilio*. Zellen aus der Endkammer der Imago. TC. große, großkernige Trophocythen, sporadisch mittels Plasmabrücken miteinander verbunden. Chromatinreiche, nukleolenhaltige Zellkerne. Oc. Oocythen verschiedenen Alters. f. c. Follikelzellen, Essigsäure-Methylgrün-Glyzerin. Zeiss. F. 3.

Fig. 10. Unterste Partie der Endkammer einer Larve von *Tenebrio molitor*. Plasmastränge voneinander unterscheidbar. Die untersten Kerne fangen an zu wachsen. Follikelzellen dringen zwischen die Plasmastränge ein. Zeiss. Inn. 3.

Fig. 11. Herausnazerierte Plasmastränge, aus dem Ovarium einer Puppe derselben Spezies. Zwei Derivate eines Oogonienkernes nach frisch überstandener Karyokinesis. Chromosomen kurz und dick. In Fig. 11 A ist der unterste Kern samt dem dazugehörenden Plasma größer geworden und ist im Begriffe, eine Oocyte







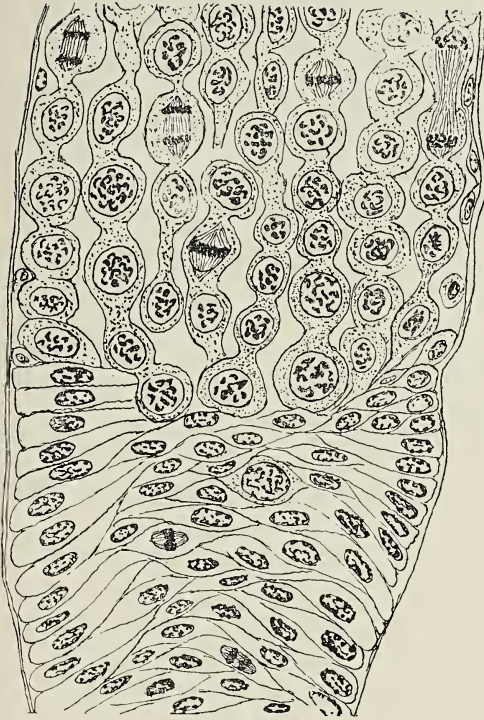


Fig. 6.

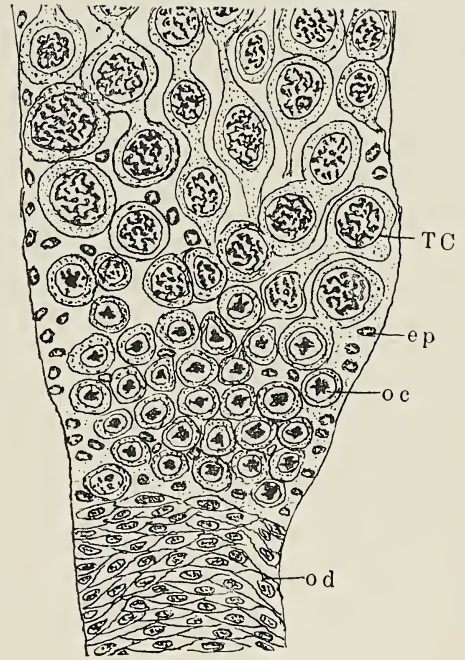


Fig. 7.

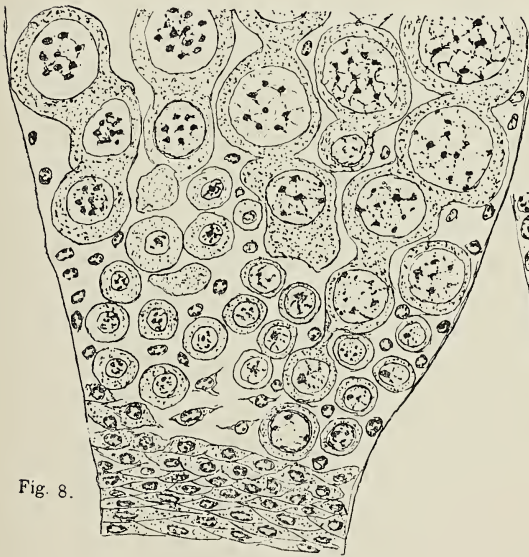


Fig. 8.

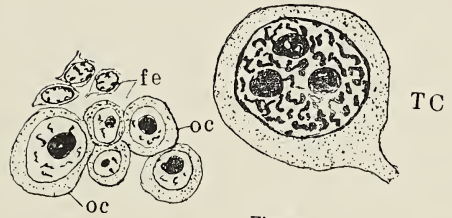


Fig. 9.

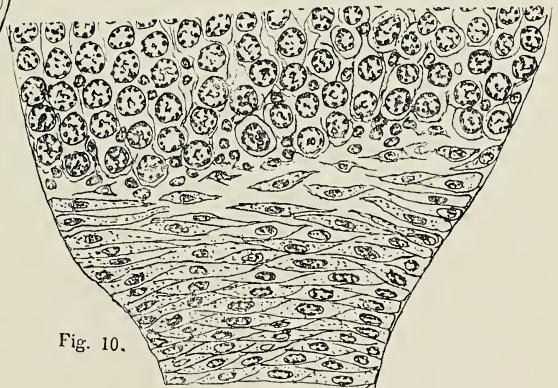


Fig. 10.









Fig. 11.



Fig. 12.

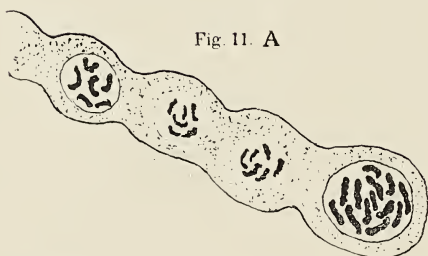


Fig. 11. A



Fig. 13.



Fig 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.

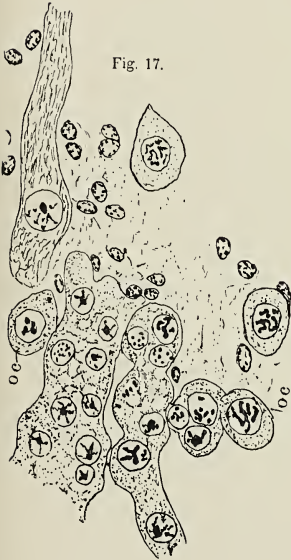


Fig. 19



Fig. 18.





zu liefern. Die zwei über ihm liegenden Kerne haben ihre Membran beinahe aufgelöst und das Chromatin scheint dem Auflösungsprozeß anheimzufallen. Essigsäure-Methylgrün-Glyzerin. Zeiss. F. 3.

Fig. 2. *Melolontha vulgaris*. Balkengerüst aus dem Innern der Mittelpartie der Endkammer einer Imago. In den Lücken einzelne Wanderzellen. Auflösungsräume fehlen oder nur zufällig. Kerne mit Chromatinfäden. Zeiss. F. 3.

Fig. 13. *Melolontha*. Unterster Teil der Endkammer, dicht am Epithelpolster (Keimlager). Die Enden der Zellstränge parallel geordnet, durch Härtung deutlich gesondert. Plasma fein granuliert in den kernlosen Gegenden schwach längsstreifig. Kerne dreifach: 1) Normale Endkammerkerne mit den Kernen der Fig. 12 identisch, 2) Oocythenkerne im Wachstum begriffen, 3) in regressiver Metamorphose begriffene Kerne (a). Herm. Lösung. Heidenheinsches Eisenhämatoxylin. Zeiss. F. 3.

Fig. 14. *Melolontha*. Ein anderes Präparat desselben Organes mit weniger regelmäßigen Strängen. Die Oocythen lösen sich von den vielkernigen Strängen mit Beibehaltung ihrer ursprünglichen Verbindung ab. Die plasmatischen vielkernigen Stränge zeigen verschiedenartige Verschiebungen, die als Folge der Einwirkung der Reagentien anzusehen sind, und unterliegen Auflösungsprozessen mit Schwund der Kerne. Lang ausgezogene Epithelzellen in ihrer Umwandlung in Wanderelemente, die zwischen die Gonotokonten eindringen und vielleicht zur Auflösung der Stränge beitragen, wobei sie als Träger der Ernährungssäfte den Oocythen gegenüber fungieren. Sublimat-Essigsäure. Zeiss. F. 2.

Fig. 15. *Melolontha*. Noch weiter gehende Verzerrungen bei der Fixierung anheimgefallenes Kernlager. Die lang ausgezogenen Ausläufer der Oocythen durch den bei der Schrumpfung erfolgten Zug auseinandergerissen. Die freien Räume mit Gerinseln erfüllt, in welchem Follikelepithelzellen frei schweben. Die einen Zellen sind mit vielpoligen Ausläufern versehen, die anderen machen den Eindruck nackter Kerne, die nur mit dünner, eng anliegender Protoplasmaalage überzogen sind. Auflösungserscheinungen an Plasmasträngen und deren Zellkernen sichtbar. Dazwischen Bildung neuer Oocythen an herunterhängenden Enden der plasmatischen Stränge. Einzelne losgelöste Oocythen, oder solche, deren Ausläufer an der abgeschnittenen Seite gestanden sind. Sublimat-Essigsäure, Borax-Karmin. Zeiss. F. 3.

Fig. 16. *Oryctes nasicornis*. Längsschnitt durch das Keimlager des Ovariums. Oocythen mit langen Ausläufern, die mit zelligen Überresten der vielkernigen Plasmastränge zusammenhängen. Oberhalb derselben Teile solcher Stränge, deren unterste Zellkerne zu Keimbläschen umgebildet, dagegen die übrigen nach und nach unter Schwund des Chromatins aufgelöst werden. Hermannsche Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. D. 2.

Fig. 17. Stärker vergrößerter Teil eines solchen Präparates. Rechts das obere Ende eines Dotterganges mit noch nicht aufgelöstem Kern und längsstreifigem, zartem Protoplasma. Links vielkernige Plasmastränge mit oben und unten ansitzenden Oocythen. Kerne und Protoplasma in verschiedenen Stadien der Auflösung. Zeiss. F. 2.

Fig. 18. *Geotrupes stercorarius*. Seitenteil eines Längsschnittes durch das Keimlager des Ovariums. Vielkernige Plasmastränge in ihren unteren Partien deutlich gesondert. Die Oocythen grenzen sich von denselben immer mehr ab, wobei oftmals plasmatische Verbindungsstränge zurückbleiben. Das Keimbläschen



unterscheidet sich von den neutralen, noch nicht aufgelösten Kernen der Plasmastränge dadurch, daß ihr Chromatin lockerer wird und einem deutlichen Fadenknäuel dokumentiert. Follikelepithelzellen lang ausgezogen, setzen sich an die jungen Oocythen heran. Herrm. Lösung. Eisenhämatoxylin. Zeiss. hom. Immers. 3.

Fig. 19. Eine andere Stelle desselben Schnittes mit deutlichem Unterschiede zwischen den Keimbläschen, den neutralen und den in Auflösung befindlichen Kernen, wobei auf eine rege nutritive Funktion der neutralen Kerne geschlossen werden darf. Zeiss. Immers. 3.

---

58.

### Berichtigung zu der Abhandlung:

**E. Rosenhauch, Über die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen.**

S. 482 ad 9) lies: Die Gonokokkeninfektion der Bindehaut der Neugeborenen erfolgt in den weitaus meisten Fällen höchstwahrscheinlich nicht während des Geburtsaktes sondern während der ersten Lebenstage des Säuglings.

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

14 Września 1908.

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

J. Merunowicz, J. Zaleski. Les Hémines . . . . .	Juill. 1907
J. Zaleski. Méthode d. combustions élém. etc. . . . .	Juill. 1907
W. Dziewulski. Perturbations séc. d. petites planètes . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner, St. Tolloczko. Vitesse d. dissolution d. solides, II. . . . .	Juill. 1907
L. Bruner, J. Dłuska. Bromuration du toluène . . . . .	Juill. 1907
L. Bruner. Conductibilité él. du Br et J en solution etc. . . . .	Juill. 1907
W. Łoziński. Cavités lacustres pleistocènes etc. . . . .	Juill. 1907
Z. Thullie. Diamagnétisme. Théorie des électrons . . . . .	Juill. 1907
St. Dąbrowski. Matière colorante des urines etc. . . . .	Oct. 1907
A. Korn. Solution gén. d. problème biharmonique . . . . .	Oct. 1907
St. Niementowski. Acide anthranil. et éther benz. etc. . . . .	Oct. 1907
M. P. Rudzki. La gravité à Cracovie, S. Francisco etc. . . . .	Oct. 1907
J. Morozewicz. Composition de la néphéline . . . . .	Oct. 1907
L. Żłobicki. Radium et solutions colloïdales . . . . .	Nov. 1907
C. Zakrzewski. Analyseur elliptique à pénombre . . . . .	Nov. 1907
J. Lewiński. Dépôts jurassiques, chaîne de Sulejów . . . . .	Nov. 1907
L. Marchlewski, J. Robel. Chlorophylles . . . . .	Déc. 1907
K. Żorawski. Équations aux dériv. part. de 1 <sup>m</sup> Ordre . . . . .	Déc. 1907
W. Sierpiński. Développement de l'expression $\sqrt[m]{a}$ . . . . .	Déc. 1907
M. Smoluchowski. Théorie cinét. de l'opalescence des gaz etc. . . . .	Déc. 1907
H. Merczyng. Stegmani Inst. math. libri II . . . . .	Déc. 1907
M. P. Rudzki. Remarque etc. . . . .	Déc. 1907
S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen-Trialdehyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	Janv. 1908
L. Marchlewski, St. Piasecki. Preparing phylloporphyrine . . . . .	Mars 1908
Lad. Natanson. Elliptic polarization of light (magn. field) . . . . .	Mars 1908
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phylloaonine converted into phytorhodines . . . . .	Avril 1908
L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chloro- phylls unter dem Einfluss von Säuren . . . . .	Avril 1908
J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . .	Avril 1908
*K. Olszewski. Die Verflüssigung der Gase . . . . .	Mai 1908
K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen . . . . .	Mai 1908

\* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl . . . . .	Mai 1908
J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny . . . . .	Mai 1908
Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel . . . . .	Juin 1908

#### B). Sciences biologiques.

S. Krzemieniewski. Etudes sur l' <i>Azotobacter chroococc.</i> Beij . . . . .	Juill. 1907
St. Welecki. Action phys. de la glande surrén. et de l'adrénaline . . . . .	Juill. 1907
M. Kowalewski. Etudes helminthologiques, X . . . . .	Juill. 1907
M. Raciborski. Croissance des cellules à pas . . . . .	Oct. 1907
H. Zapalowiez. Revue d. l. Floré d. l. Galicie, XI . . . . .	Déc. 1907
M. Raciborski. Hemmung d. Beweg. wachst. b. <i>Basidiobolus</i> . . . . .	Janv. 1908
*VI. Kulczyński. Fragmenta arachnologica VI . . . . .	Janv. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung . . . . .	Févr. 1908
J. Browiński. Proteinsäuren im Blute . . . . .	Févr. 1908
K. Stolyhwo. Le crâne de <i>Nowosiółka</i> etc. . . . .	Févr. 1908
J. Browiński, S. Dąbrowski. Dosage d. l. mat. color. des urines . . . . .	Mars 1908
H. Zapalowiez. Revue critique de la Flore de la Galicie. XII . . . . .	Mars 1908
J. Młodowska. Histogenese der Skelett-Muskeln . . . . .	Mars 1908
Ch. Klecki, A. Wrzosek. Passage de microbes dans les urines . . . . .	Mars 1908
F. Krzyształowicz, M. Siedlecki. Etude exp. de la syphilis . . . . .	Mars 1908
J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . .	Avril 1908
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . .	Avril 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . .	Avril 1908
B. Petschenko. <i>Bacillopsis stylopygae</i> ; nov. gen. et nov. spec. . . . .	Avril 1908
H. Krzemieniewska. Ernährung des <i>Azotobacters</i> . . . . .	Mai 1908
H. Hoyer. Lymphgefäßsystem der Froschlarven. II . . . . .	Mai 1908
E. Rosenhauß. Flora des physiologischen Bindehautsacks der Neu- geborenen . . . . .	Mai 1908
J. Dunin-Borkowski. Hämolytische Wirkung von Hg-Salzen . . . . .	Juin 1908
J. Nusbaum. Entwicklungs-Geschichte der Occipitalregion des Schäd- els etc. bei den Cyprinoiden . . . . .	Juin 1908
J. Hirschler. Embryonale Entwicklung der Coleopteren . . . . .	Juin 1908
E. Godlewski jun. Transformation des Protoplasmas in Kernsub- stanz bei Echiniden . . . . .	Juin 1908
*VI. Kulczyński. Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognoscendam. Pars I . . . . .	Juin 1908
R. Nitsch. Microbes anticholériques dans l'air . . . . .	Juin 1908

\* Ce mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les  
demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł.,  
Cracovie (Autriche).



N° 8.

OCTOBRE.

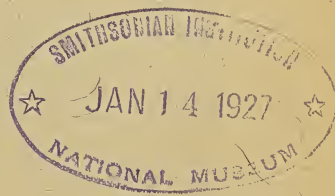
1908.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE :

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR : *Vacat.*

PRÉSIDENT : S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE :

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes :

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie

sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,

Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1903. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 8.

Octobre.

1908.

---

**Sommaire:** 59. J. de KOWALSKI. Beiträge zur Kenntnis der Lumineszenz.

60. L. NATANSON. On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium.

61. K. BIAŁASZEWICZ. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen.

---

Séance du lundi 12 Octobre 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ED. JANCZEWSKI.

59. *Przyczynki do badań nad luminescencyą. — Beiträge zur Kenntnis der Lumineszenz.* Mémoire de M. J. de KOWALSKI, présenté par M. A. Witkowski m. t.

Vor ungefähr einem Jahre habe ich <sup>1)</sup> gewisse Ansichten über die Entstehung der Lumineszenz-Erscheinungen ausgesprochen und auf Grund derselben war es mir möglich, alle Arten dieser Erscheinungen von einem gemeinsamen Standpunkte aus zu betrachten, sowie zu zeigen, daß die bekannten Tatsachen in keinem Widerspruch mit meinen Annahmen stehen. Die aufgestellte Arbeitshypothese sollte, wie ich es damals ausdrücklich hervorgehoben habe, keine abgeschlossene Theorie darstellen; dazu fehlen noch immer genügende experimentelle Daten und quantitative Bestimmungen. Der einzige Zweck derselben war, eine gewisse Systematisierung der Lumineszenz-Erscheinungen von einem gemeinsamen Gesichtspunkte aus durchzuführen, wie auch ein rationelles Vorgehen auf dem Gebiete der experimentellen Forschung zu ermöglichen.

So habe ich mich auch bei den im folgenden beschriebenen Untersuchungen von den dort erwähnten Hypothesen leiten lassen und glaube infolgedessen, daß eine genauere Präzisierung derselben, als es vielleicht bisher geschehen ist, von Interesse sein wird.

<sup>1)</sup> J. de Kowalski. Études sur la Luminescence. *Le Radium* 1908.



Andererseits erlauben die wertvollen strahlungstheoretischen Arbeiten von Planck, Einstein, Stark u. a. ein tieferes Eingehen auf das Wesen gewisser Luminiszenz-Erscheinungen, wie auch eine weitere Entwicklung meiner Arbeitshypothese. Dies sind die Gründe, welche mich bewegen, den experimentellen Untersuchungen einige einleitende theoretische Betrachtungen vor auszuschicken.

### I. Zur Theorie der Luminiszenz.

1) Den Strahlungsvorgang, bei dem die pro Zeiteinheit berechnete ausgestrahlte Energie nur von der absoluten Temperatur des strahlenden Körpers abhängig ist, bezeichnet man als reine Temperaturstrahlung. Im Gegensatz dazu bezeichnen wir mit E. Wiedemann als Luminiszenz denjenigen Vorgang, bei welchem, trotz der konstant bleibenden Temperatur des strahlenden Körpers, die Strahlung nicht fortdauernd unverändert bleibt. Die Luminiszenz-Erscheinungen sind sehr mannigfaltig und man teilt dieselben ein nach der Art und der Ursache der Entstehung. So bezeichnet man als Photo-Luminiszenz das selbständige Leuchten der Körper infolge einer von einer äußeren Quelle kommenden Belichtung. Unter Kathodo-Luminiszenz verstehen wir an gewissen Körpern wahrnehmbare Lichterscheinungen, wenn sie der Wirkung von Kathodenstrahlen ausgesetzt werden.

In demselben Sinne sprechen wir von Röntgenluminiszenz und  $\beta$ -Strahlen- oder Kanalstrahlen-Luminiszenz. Als Chemi-Luminiszenz bezeichnet man die durch chemische Vorgänge ausgelöste Luminiszenz, dagegen die Lichterscheinungen bei der Kristallisation oder beim Zerreiben der Körper nennt man Kristallo- und Tribo-Luminiszenz.

Im folgenden will ich meine Untersuchungen auf diejenigen Luminiszenz-Erscheinungen beschränken, welche ohne Zweifel unter dem Einfluß irgend einer äußeren Strahlung auf die luminiszierenden Körper entstehen; dabei kann die Strahlung sowohl eine Emissions-, wie auch eine Undulations-Strahlung sein. Diese Art von Erscheinungen bezeichne ich mit dem gemeinsamen Namen der Radio-Luminiszenz.

Sehr oft und speziell bei der Betrachtung der Photoluminiszenz-Erscheinungen wird von Phosphoreszenz und Fluoreszenz gesprochen. Über die Beziehungen der beiden Arten von Erscheinun-

gen zueinander ist vieles geschrieben und diskutiert worden, es ist also wichtig an dieser Stelle zu präzisieren, was wir unter diesen Bezeichnungen zu verstehen haben. In dieser Arbeit bezeichne ich als *Fluoreszenz* durchwegs die Leuchterscheinung, welche während der Wirkung der äußeren erregenden Energie-Quelle zu unserem Bewußtsein gelangt, als *Phosphoreszenz* dagegen das Nachleuchten vom Augenblicke an, wo die äußere erregende Energie-Quelle zu wirken aufgehört hat. In diesem Sinne werde ich von Photo-Fluoreszenz und Phosphoreszenz, Kathodo-Fluoreszenz und Phosphoreszenz u. s. w. sprechen.

2) Die bisherigen Deutungen der Photo-Luminiszenz wurden meistens auf Grund der Annahme entwickelt, daß das erregende Licht den Teilchen der luminiszierenden Körper Schwingungen mitteilt, welche ihrerseits selbständiges Leuchten hervorbringen. Diese Erklärung mußte aber mit der Tatsache rechnen, daß die Farbe der Luminiszenz im allgemeinen von der Farbe des erregenden Lichtes verschieden ist, und es wäre doch zu erwarten, daß am stärksten diejenigen Teilchen in Schwingungen versetzt werden, deren Eigenschwingung von gleicher Periode ist, wie die Schwingungs-Periode des erregenden Lichtes. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, wurden verschiedene Hypothesen vorgeschlagen. Eine der wichtigsten ist die Hypothese von Voigt<sup>1)</sup>. Dieser Forscher nimmt an, daß in einer photoluminiszierenden Substanz die Teilchen gleichzeitig und im dynamischen Gleichgewicht untereinander in mehreren Zuständen bestehen. Das auffallende Licht versetzt die in einem bestimmten Zustande befindlichen Teilchen in Schwingungen. Plötzlich gehen nun diese Teilchen in einen anderen Zustand mit größerer Schwingungsdauer über, und indem sie fortschwingen, wird Fluoreszenz erzeugt. Alle diese Theorien beruhen auf der Annahme, daß die Luminiszenz allein auf Kosten der absorbierten Lichtenergie entsteht. Diese Annahme führt aber im allgemeinen, wie es Einstein<sup>2)</sup> in einer geistreichen Arbeit gezeigt hat, zum sogenannten Stokes'schen Gesetze. Andererseits wurde in der letzten Zeit durch die ausgezeichneten Untersuchungen von E. L. Nichols und Merritt<sup>3)</sup> der Beweis geführt, daß für viele (sämtliche

<sup>1)</sup> W. Voigt. Arch. Néerl. 1901.

<sup>2)</sup> A. Einstein. Ann. der Phys. 17, S. 132.

<sup>3)</sup> Nichols und Merritt, Phys. Rev. Bd. 18, S. 403, Bd. 19, S. 18.

von ihnen untersuchte) fluoreszierende Substanzen das Stokes'sche Gesetz ungültig ist. Es ist also eine Theorie, welche dieses Gesetz zur Folgerung hat, als nicht befriedigend anzusehen. Da es mir von Wichtigkeit erscheint, über diesen Punkt volle Klarheit zu erlangen, so erlaube ich mir, an dieser Stelle den Gedankengang von Einstein in bezug auf diese Frage wiederzugeben.

Die theoretischen Untersuchungen von Planck<sup>1)</sup> und Einstein<sup>2)</sup> führen uns zur Annahme einer diskontinuierlichen Verteilung der Energie der Strahlung im Raume, mit anderen Worten gesagt, ist die Lichtenergie nicht ins Unbegrenzte teilbar und besteht aus diskreten Elementarquanten, welche nur als Ganzes emittiert und absorbiert werden können. Einstein hat für eine monochromatische Strahlung von geringer Dichte, innerhalb des Gültigkeitsbereiches der Wien'schen Strahlungsformel, den Wert dieses elementaren Lichtquantums berechnet, und zwar ist

$$(1) \quad E_\nu = \frac{R}{N} \cdot \frac{h}{k} \nu = K \cdot \nu$$

In dieser Gleichung bezeichnen wir mit  $E_\nu$  das besagte Energieelementarquantum,  $\nu$  ist die Frequenz der monochromatischen Strahlung,  $R$  die absolute Gaskonstante,  $N$  die Anzahl der „wirklichen Moleküle“ in einem Grammäquivalent und  $k$  und  $h$  sind die bekannten Konstanten des Planck'schen Gesetzes für schwarze Strahlung, welche beiläufig den Wert<sup>3)</sup>

$$h = 6.548 \cdot 10^{-27} \quad k = 1.346 \cdot 10^{-16}$$

haben.

Wird jetzt Licht von einer gegebenen Frequenz  $\nu$  durch Photoluminiscenz in ein Licht von anderer Frequenz verwandelt, so wird das erzeugende Licht aus den Elementarquanten  $K\nu$  bestehen und das erzeugte aus den Quanten  $K\nu_1, K\nu_2, K\nu_3, K\nu_i$  u. s. w., wenn  $\nu_1, \nu_2, \nu_3, \nu_i$  die Frequenzen des durch Luminiscenz emittierten Lichtes sind.

Da nach dem von Knoblauch gefundenen Gesetz die bei Photoluminiscenz erzeugte Lichtmenge der erregenden proportional ist, so muß man annehmen, daß jedes einzelne erzeugende Energie-

<sup>1)</sup> M. Planck. Ann. d. Phys. Bd. 4, S. 561.

<sup>2)</sup> A. Einstein. a. a. O. und Ann. de Phys. Bd. 20, S. 199.

<sup>3)</sup> M. Planck. Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung. S. 156.



quantum von der Frequenz  $\nu$  für sich allein Anlaß zur Entstehung eines Lichtquantums von der Frequenz  $\nu_i$  gibt. Natürlich kann bei Absorption des erzeugenden Lichtquants auch eine Energie anderer Art entstehen. Hält man nun jetzt an der Annahme fest, daß die Photolumineszenz allein auf Kosten der absorbierten Lichtmenge entsteht, so folgt aus dem Energieprinzip, und zwar unabhängig von den Zwischenprozessen, unter deren Vermittlung das Endresultat zustande kommt, daß

$$K\nu \geq K\nu_i \text{ oder} \\ \nu \geq \nu_i,$$

d. h. daß die Wellenlänge des erzeugten Lichtes stets größer sein muß als die des erzeugenden Lichtes, was eben das von Stokes aufgestellte Gesetz ist.

Einstein betont ausdrücklich, daß unter den gegebenen Bedingungen Abweichungen von diesem Gesetze nur in folgenden zwei Fällen denkbar sind:

1) Wenn die Dichte der erzeugenden Energiequanten so groß ist, daß ein Energiequantum des erzeugten Lichtes seine Energie von mehreren erzeugenden Energiequanten erhalten kann;

2) wenn das erregende Licht von einem Körper von so hoher Temperatur erzeugt wird, daß für die in Betracht kommende Wellenlänge das Wien'sche Gesetz nicht mehr gilt.

Wir wollen jetzt sehen, wie sich diese Betrachtungen von Einstein auf die erwähnten Versuche von Nichols und Merritt anwenden lassen. Die Resultate ihrer Untersuchung in bezug auf die Gültigkeit des Stokes'schen Gesetzes haben die beiden amerikanischen Gelehrten in folgender Tabelle zusammengestellt:

Substanz	Wellenlänge des Intensitätsmaximums im Fluoreszenzspektrum in $\mu$	Größte Wellenlänge, welche noch Fluoreszenz erregt
Fluoreszein . .	0.517	0.542
Eosin . . . .	0.580	0.589
Naphtalinrot . .	0.594	0.632
Rhodamin . . .	0.554	0.602
Chlorophyll . .	0.717	0.720
Canary-Glas . .	0.523	0.539
Chininsulfat . .	0.437	0.420

Diese Tabelle zeigt ohne weiteres, daß wir das Gesetz von Stokes nicht mehr aufrechterhalten dürfen. Auch für die einzig fragliche Substanz, das Chininsulfat in Wasser, zeigt Nichols<sup>1)</sup>, daß das Gesetz ungültig ist, denn eine Erregung durch monochromatisches Licht von der Wellenlänge  $0.41 \mu$  läßt noch Fluoreszenz von der Wellenlänge  $0.40 \mu$  wahrnehmen. Die Versuche von Nichols und Merritt wurden in den meisten Fällen mit einer Nernst'schen Lampe als Lichtquelle angestellt, in nur wenigen Fällen wurde dieselbe durch den elektrischen Lichtbogen oder eine Quecksilberbogenlampe ersetzt. Das Licht wurde unter Verlust an Intensität durch einen Monochromator zerlegt. Es wurde mehr auf die Konstanz des erzeugenden Lichtes als auf die Helligkeit desselben geachtet. Aus diesen letzten Bemerkungen folgt also, daß keiner von den beiden unter 1) und 2) genannten und von Einstein hervorgehobenen Fällen zur Erklärung der experimentellen Abweichungen vom Stokes'schen Gesetz herangezogen werden darf.

Um die Nichols'schen Versuche zu deuten, sind wir also gezwungen, entweder die Annahme zu machen, daß die Emission des Lichtes bei der Lumineszenz in energetischer Hinsicht sich ganz anders verhält als diejenige, für welche die Lichtquantenhypothese aufgestellt worden ist, oder die Hypothese aufzustellen, daß die Lichterzeugung bei der Lumineszenz nicht allein auf Kosten der absorbierten Energie erzeugt wird. Die erste Annahme erscheint mir wenig wahrscheinlich. Ich beabsichtige an einer anderen Stelle näher auf die Konsequenzen einzugehen, welche man aus dieser Annahme ziehen müßte. Die andere Hypothese habe ich in meinen vorerwähnten Arbeiten einer Theorie der Lumineszenz-Erscheinungen zugrunde gelegt. In ihr kommt, so viel ich glaube, ein wesentlich neues Moment zum Ausdruck, welches ich zur Deutung der Lumineszenz-Erscheinungen heranziehe.

3) In unserer Theorie stellen wir uns auf den Boden der Korpuskulartheorie der Materie, d. h. wir nehmen an, daß die Atome aus einer Anzahl von positiven und negativen Elementarquanten aufgebaut sind. Ein negatives Elementarquantum, welches an eine Masse, die  $1.8 \cdot 10^3$  mal kleiner ist als die Masse des Wasserstoffatoms (E. Wiechert, J. J. Thomson, W. Kaufmann), gebunden ist, nennen wir ein Elektron.

<sup>1)</sup> Jahrb. der Rad. u. El. Bd. II. S. 168.

Wir nehmen nun an, daß in jedem luminiszierenden Körper Teilchen vorhanden sind, die ich elektronogene Systeme nenne. Ein elektronogenes System oder schlechtweg ein Elektronogen ist dadurch charakterisiert, daß wenigstens eines von den dem System angehörenden Elektronen sich nahe der Grenze des stabilen dynamischen Gleichgewichtes befindet. Eine verhältnismäßig kleine Vergrößerung seiner kinetischen Energie soll genügen, um dieses Grenz-Elektron aus dem Systeme hinauszustoßen.

Ob ein Elektronogen ein Atom, ein Teil eines Atoms ist, oder auch aus einer Anzahl von Atomen besteht, darüber brauchen wir keine besondere Annahme zu machen; es genügt, wenn wir annehmen, daß alle diejenigen Teilchen, welche das dynamische Gleichgewicht des genannten Grenz-Elektrons bedingen, dem elektronogenen System angehören. Es wird auf diese Weise im System dem Elektron eine bestimmte Eigenschwingungsfrequenz zukommen. Bezeichnen wir diese Frequenz mit  $\nu_1$ , so kann es nach der Lichtquantenhypothese Elementarlichtquanta von dem Betrage  $\frac{R}{N} \cdot \frac{h}{k} \cdot \nu_1$  aussenden. Umgekehrt, absorbiert das Elektron einen Betrag von Energie, der kleiner als der genannte Wert ist, dann kann dieselbe nicht in strahlende Energie umwandelt werden, die kinetische Energie des Elektrons wächst und es wird explosionsartig das System verlassen. Unserer Hypothese entsprechend ist die kinetische Energie, mit der das Grenzelektron das System verläßt, im allgemeinen größer als die von ihm absorbierte Energie. Diese bewirkt die Auslösung des Vorganges, die lebendige Kraft des Elektrons entsteht aber zum größten Teil auf Kosten der inneren Energie des korpuskularen Systems.

Man könnte die Frage stellen, ob eine derartige Annahme wahrscheinlich erscheint. Ich glaube, daß seit der Entwicklung unserer Kenntnisse über die radioaktiven Eigenschaften der Materie es die einzig plausible Deutung der lichtelektrischen Phänomene ist. Zunächst finden wir in den radioaktiven Substanzen Beispiele korpuskularer Systeme, welche spontan auf Kosten ihrer inneren Energie Elektronen mit großer Geschwindigkeit in den umgebenden Raum aussenden. Die Versuche von Strutt<sup>1)</sup>, Mc Lennan und Bur-

<sup>1)</sup> Strutt. Nature Feb. 19. 1903.



ton<sup>1)</sup>, Cooke<sup>2)</sup> und vor allem die sorgfältigen Untersuchungen von N. R. Campbell<sup>3)</sup> haben erwiesen, daß die Radioaktivität als eine allgemeine Eigenschaft der Materie anzusehen ist. Wenn also in jedem Körper Teilchen vorhanden sind, welche Elektronen spontan aussenden, so ist es wahrscheinlich, daß auch Teilchen vorhanden sind, in denen Elektronen schon durch kleine auslösende Kräfte unstabil werden. Auch die lichtelektrischen Versuche von Elster u. Geitel, Lenard und anderen stehen in keinem Widerspruch mit dieser Annahme. So z. B. steht die Tatsache, daß die Qualität der lichtelektrischen sekundären Strahlung, d. h. die Geschwindigkeit der ausgesandten Elektronen unabhängig ist von der Intensität des erregenden Lichtes, in vollem Einklang mit der gemachten Annahme. Nach der Lichtquantenhypothese befreit ja jedes Lichtquantum für sich allein je ein Elektron, es wird also die Dichte der Strahlung einen Einfluß nur auf die Anzahl der befreiten Elektronen haben, aber nicht auf die Geschwindigkeit derselben.

Wie wir aus diesen Betrachtungen ersehen, müssen wir erwarten, daß die photoluminiszierenden Körper besonders lichtelektrisch sind. Schon frühere Versuche von Elster und Geitel, wie auch Versuche von Lenard und seinen Schülern bestätigen diese Behauptung. Wie ich es einer mündlichen Mitteilung des Hrn. Cand. Grotowski verdanke, welcher im Begriffe ist, in dieser Richtung eine ausführlichere Untersuchung in meinem Laboratorium durchzuführen, besteht bei einer gewissen Klasse von Körpern eine volle Parallelität zwischen dem lichtelektrischen Effekt und der Intensität der Lumineszenz.

Neben den Elektronogenen nehme ich an, daß ein luminiszierender Körper noch eine andere charakteristische Art von Teilchen besitzt. Es sind Teilchen, welche schwingungsfähige Elektronen besitzen, d. h. Elektronen, welche durch eine entsprechende Absorption von außen zugeführter Energie in Schwingungen versetzt werden. Dabei schwingen sie, ohne jedoch über die Grenze der Stabilität des dynamischen Gleichgewichtes der Korpuskeln im Teilchen hinauszukommen. Solche Teilchen nenne ich Lumino-

<sup>1)</sup> Mc Lennan und Burton, Nature Feb. 26, 1903.

<sup>2)</sup> Cooke, Nature Apr. 2, 1903.

<sup>3)</sup> N. R. Campbell, Jahrb. d. Rad. u. Elektronik Bd. 2, S. 434.

phore. Im allgemeinen können die Luminophore eines luminiszierenden Körpers im chemischen Sinne verschieden von den Elektronogenen sein. Es kann aber das Luminophor ganz dieselbe chemische Zusammensetzung und Konstitution wie das Elektronogen haben; in den radioaktiven Körpern haben wir Beispiele, welche uns zeigen, daß neben einem Atom, welches spontan Elektronen aussendet, sich Atome desselben Elementes befinden, deren Korpuskeln untereinander im stabilen dynamischen Gleichgewichte sind. Wenn wir also von Atomen sprechen, so müssen wir beachten, daß wir den Ausdruck im Sinne eines gewissen Mittelwertes gebrauchen; die Vorstellung von der individuellen Verschiedenheit der Atome desselben Elementes scheint mir für die Erklärung des Entstehens gewisser Leuchterscheinungen von grundlegender Wichtigkeit zu sein.

4) Denken wir uns jetzt einen Körper, in welchem elektrogene und luminophore Systeme enthalten sind, und seien nun die Elektronogene durch irgend eine äußere Wirkung, z. B. durch Belichtung, Röntgenstrahlen u. s. w., so erregt, daß sie Elektronen aussenden. Dieselben verlassen die Teilchen mit einer kinetischen Energie, welche im ersten Augenblick viel größer sein wird, als der Betrag der vom Elektronogen absorbierten Energie. Gelangt ein fliegendes Elektron in das Wirkungsgebiet eines Luminophors, so wird das erstere mehr oder weniger, je nach seiner Geschwindigkeit, eine Ablenkung von seiner ursprünglichen Bahn erleiden. Jede solche Ablenkung ist mit einem Verlust von lebendiger Kraft verbunden. Wenigstens ein Teil der so abgegebenen Energie wird durch das Luminophor absorbiert, und seine innere Energie wächst. Ich nehme nun an, daß das Leuchten des Luminophors auf Kosten dieser absorbierten Energie zustande kommt.

Wie groß der Betrag der an das Luminophor abzugebenden Energie sein muß, um es zum Leuchten zu bringen, ist nach unseren heutigen Kenntnissen unmöglich zu sagen. J. J. Thomson nimmt an, daß ein gewisser Grenzwert der inneren Energie des Teilchens existiert, dessen Überschreiten das Leuchten auslöst. An oben genannter Stelle habe ich gezeigt, daß sich aus der J. J. Thomson'schen Hypothese weitgehende Konsequenzen für die Theorie der Luminiszenz-Erscheinungen ziehen lassen; Konsequenzen, welche in vollem Einklang mit der Erfahrung stehen. Ich will an



dieser Stelle nicht darauf zurückkommen und mich nur auf einen Punkt beschränken, wie wir vermöge unserer Theorie, allein mit der Annahme der Planck-Einstein'schen Lichtquantenhypothese, weitere experimentelle Tatsachen deuten können. Um einem Mißverständnis vorzubeugen, will ich hier noch ausdrücklich betonen, daß, meiner Ansicht nach, die Luminophore im Falle der Photolumineszenz auch direkt durch Absorption des Lichtes in Schwingungen versetzt werden können. Wenn dies aber geschieht, so sind, wie es Einstein gezeigt hat, die emittierten Wellenlängen stets größer als die absorbierten. Auch glaube ich, daß die Emission, welche einer derartigen direkten Erregung entspricht, im allgemeinen stark durch Autoabsorption der Substanz geschwächt wird. Es ist wohl möglich, daß diese Art von Erregung in gewissen Fällen eine Rolle spielt. Dagegen haben wir analog den  $\beta$ -Strahlen des Radiums zu erwarten, daß die explosionsartig aus dem Elektronogen herauskommenden Elektronen sehr große Geschwindigkeiten besitzen. Es erscheint also plausibel, daß auf Kosten der Geschwindigkeitsverluste dieser Elektronen nicht nur Lichtquanta von verhältnismäßig kurzer Wellenlänge emittiert werden können, sondern daß auf Kosten der Energie eines Elektrons viele Luminophore in Schwingungen versetzt werden.

Unsere Annahme gestattet auch eine genauere Präzisierung der Begriffe der Fluoreszenz und Phosphoreszenz. Verbleibt in der Wirkungssphäre eines Luminophors ein fliegendes Elektron nur sehr kurze Zeit, so haben wir es mit Fluoreszenz zu tun. Das Verbleiben in der Wirkungssphäre, wie auch die allmählichen Geschwindigkeitsverluste des Elektrons können bei geeigneter Beschaffenheit des umgebenden Mediums andauern, und so entsteht Phosphoreszenz. Die näheren Ausführungen in bezug auf diese Frage finden sich in der schon zitierten Arbeit, ich hoffe aber demnächst bei Anlaß gewisser experimenteller Untersuchungen noch einmal darauf zurückzukommen.

5) Wir wollen jetzt unsere Hypothese auf die Analyse der Vorgänge bei der Fluoreszenz einer Substanz mit einem einheitlichen Absorptionsbande anwenden. Belichten wir die Substanz mit monochromatischem Lichte von der Frequenz  $\nu$ , die dem Absorptionsgebiete entspricht, so wird auf Kosten eines jeden Lichtquantums  $\frac{R}{N} \cdot \frac{h}{K} \cdot \nu$ , das von einem Elektronogen absorbiert wird, je ein



Elektron ausgestoßen. Auch werden die Luminophore, deren Eigenschwingungsfrequenz der Bedingung  $\nu_e > \nu$  entspricht und deren schwingungsfähiges Elektron ein Lichtquantum absorbiert, aufleuchten. Zu gleicher Zeit pflanzen sich aber die freien Elektronen mit enormen Anfangsgeschwindigkeiten fort und geraten in die Wirkungssphäre des Luminophors. Die erste Wirkung, welche sie dort ausüben, wird eine gewisse Auflockerung des durch das Luminophor gebildeten Korpuskular-Systems sein. Dieses hat zur Folge, daß die Eigenschwingungsfrequenz des schwingungsfähigen Elektrons verändert wird, und zwar ist eine Verminderung der Eigenfrequenz zu erwarten. Bei dem gleichzeitig auftretenden Geschwindigkeitsverlust des freien Elektrons nimmt das Luminophor Energie auf, die wenigstens zum Teil als Lichtenergie wahrgenommen wird. Aus dieser Auffassung folgt zunächst, daß die im Körper enthaltenen Luminophore während der Fluoreszenz eine Eigenschwingung besitzen, welche einer längeren Wellenlänge entspricht als die Eigenschwingung vor Beginn des Vorganges. Daraus folgt in erster Linie, indem wir die schon erwähnte Autoabsorption auch berücksichtigen, die Regel: Das Fluoreszenzmaximum einer Substanz, deren Fluoreszenz durch monochromatisches Licht, welches einem einheitlichen Absorptionsbande angehört, erregt ist, entspricht einer größeren Wellenlänge als das Absorptionsmaximum desselben Absorptionsbandes.

Diese Regel, welche in unserer Theorie an Stelle des Stokes'schen Gesetzes tritt, ist in überraschender Weise durch die schönen Versuche von Nichols und Merritt<sup>1)</sup> bestätigt worden. Die beiden amerikanischen Gelehrten haben für eine Reihe von Substanzen die Durchlässigkeitskurve derselben für Licht von verschiedener Wellenlänge und die Abhängigkeit der Intensität der Fluoreszenz in verschiedenen Spektralgebieten von der Farbe des erregenden Lichtes untersucht. Ein Blick auf die von Nichols und Merritt erhaltenen Resultate beweist, daß die Regel in allen von ihnen untersuchten Fällen erfüllt ist. Sie finden dabei, daß die Lage des Fluoreszenzmaximums von der Farbe des erregenden Lichtes beinahe unabhängig ist. Auch diese Tatsache kann direkt aus unserer Auffassung des Phänomens gefolgert werden. Eine weitere Folgerung

<sup>1)</sup> Nichols u. Merritt, Phys. Review Bd. 18, S. 403 u. Bd. 19, S. 18.

der von der Theorie geforderten Änderung der Luminophore ist das Eintreten einer Änderung der Absorption des Lichtes während der Fluoreszenz. Man müßte nämlich erwarten, daß die Fluoreszenz das Absorptionsmaximum im Sinne des Fluoreszenzmaximums verschiebt. Auch diese Folgerung ist durch zahlreiche Versuche bestätigt.

Endlich muß man erwarten, daß infolge der die Substanz durchquerenden Elektronen die elektrische Leitungsfähigkeit während der Fluoreszenz wachsen wird. Aus der Analogie mit diesbezüglichen Erscheinungen bei Radium-Bestrahlung von Körpern dürfen wir keine großen Änderungen erwarten, jedenfalls müßte aber speziell bei Körpern, welche größere Abweichungen von dem Stokes'schen Gesetze zeigen, sich eine solche Änderung nachweisen lassen. In der Tat fand schon Cunningham<sup>1)</sup> eine solche Änderung. Wir verdanken aber wieder Nichols und Merritt<sup>2)</sup> die sorgfältigsten Versuche in dieser Richtung. Diese Versuche zeigten, daß eine Veränderung der Leitfähigkeit nur durch solche Strahlen hervorgerufen wurde, die in der Substanz Fluoreszenz zu erregen vermochten, und daß die Strahlen, welche die intensivste Fluoreszenz erregen, auch den Widerstand am stärksten vermindern.

Wir sehen daraus, daß eine Reihe von neueren Versuchen Resultate ergeben hat, welche als Folgerungen unserer Auffassung der Luminiszenz-Phänomene erscheinen. Die meisten Versuche, welche aber auf dem Gebiete der Luminiszenz-Erscheinungen ausgeführt worden sind, wurden nicht von dem hier gewählten Gesichtspunkte aus angestellt und können infolgedessen nicht zur Prüfung der Theorie herangezogen werden. Trotzdem glaube ich, daß schon die Möglichkeit der Deutung gewisser Erscheinungen, welche, so viel mir bekannt ist, theoretisch nie gedeutet worden sind, uns berechtigt, die Hypothese als eine nützliche Arbeitstheorie anzusehen.

## II. Über die von Röntgenstrahlen hervorgerufene Thermoluminiszenz<sup>3)</sup>.

Eine der interessanteren Luminiszenz-Erscheinungen ist die der Thermoluminiszenz. In der schon zitierten Arbeit habe ich kurz

<sup>1)</sup> Cunningham, Proc. Phil. Soc. Camb. Bd. 11, S. 431.

<sup>2)</sup> Nichols u. Merritt, Phys. Rev., Bd. 14, S. 386.

<sup>3)</sup> Die Beschaffung gewisser experimenteller Hilfsmittel zur Ausführung der



ausgeführt, wie sie auf Grund unserer Auffassung gedeutet werden kann. Es sind dies aber leider Erscheinungen, welche viel zu wenig experimentell studiert worden sind, als daß sie vorderhand systematisch geordnet und theoretisch verwertet werden könnten. Und doch lassen schon die bekannten Tatsachen vermuten, daß sich hier ein sehr aussichtsreiches Feld für die Forschung bietet.

Eine der Grunderscheinungen der Thermoluminiszenz ist es, daß nachdem der Körper durch längeres Verweilen bei hoher Temperatur die Fähigkeit des Aufleuchtens beim Erwärmen verloren hat, diese Fähigkeit wieder durch Bestrahlung des Körpers erlangt werden kann. So ist es längst bekannt, daß wir durch Einwirkung von ultravioletttem Licht die von Flußspath verlorene Eigenschaft der Thermoluminiszenz regenerieren können. Statt der ultravioletten Strahlen können wir dasselbe Resultat erhalten, wenn wir nach dem Vorgange von Kreutz<sup>1)</sup> den Körper einer elektrischen Entladung aussetzen oder nach dem Vorgange von Spies<sup>2)</sup> Radium-Strahlen auf denselben einwirken lassen.

In der mir bekannten diesbezüglichen Literatur habe ich aber kein einziges Beispiel von Thermoluminiszenz gefunden, welche durch Röntgenstrahlen hervorgerufen wäre. Infolgedessen habe ich, bei Anlaß einer größeren Untersuchung über die Röntgenluminiszenz, welche in meinem Laboratorium von Hrn. Dr. phil. Walter Loewinthal ausgeführt worden ist, Versuche angestellt, ob nicht Röntgenstrahlen in gewissen Körpern unter geeigneten Bedingungen Thermoluminiszenz hervorrufen könnten.

Zunächst wurden bei gewöhnlicher Temperatur Kalzium-Wolframat-Präparate mit minimalen Zusätzen von anderen Substanzen<sup>3)</sup> bei gewöhnlicher Temperatur den Röntgenstrahlen ausgesetzt. Alle Wolframate ergaben je nach den Zusätzen mehr oder weniger starke Luminiszenz. Unterbrach man nun die Wirkung der Röntgenstrahlen und erwärmte die Körper im Dunkeln, so konnte man

Untersuchung verdanke ich dem Elisabeth Thompson Fund in Boston und erlaube mir, dem Kuratorium desselben meinen Dank auszusprechen.

<sup>1)</sup> Kreutz, Bulletin Int. d. Akad. d. Wiss. Krakau 1895, S. 118.

<sup>2)</sup> Spies, Berichte der deut. phys. Ges. Bd. 15. 101.

<sup>3)</sup> Die Präparate sind von Hrn. W. Loewinthal präpariert und beschrieben worden; ich verweise auf seine Inaugural-Dissertation (Freiburg, Schweiz). Auch spreche ich Herrn Loewinthal für die mir bei den Versuchen geleistete Hilfe meinen Dank aus.



nicht die schwächste Thermo-Luminiszenz wahrnehmen. Versuche mit verschiedenen anderen Röntgenluminiszierenden Körpern schlugen auch fehl.

Nun versuchte ich die auf die Temperatur der flüssigen Luft abgekühlten Kalziumwolframate der Wirkung der Röntgenschen Strahlen auszusetzen und dann zu erwärmen. Die Untersuchung fand in folgender Weise statt. Mit gepulverten Körpern gefüllte Glasröhrchen wurden in das innere Rohr eines mit flüssiger Luft gefüllten Dewar'schen Gefäßes gestellt. Sie wurden dann eine bestimmte Zeit von der Röntgenröhre bestrahlt. Neben dem Dewar'schen Gefäß stand ein Becherglas mit absolutem Alkohol. Nach der Bestrahlung wurden die Körper im Dunkeln rasch aus der Röhre gehoben und in absoluten Alkohol getaucht, da der Alkohol die Eisbildung an dem kalten Röhrchen und damit die Verschleierung der Luminiszenz verhindert. Bei nachfolgendem Erwärmen zeigten folgende Körper unter diesen Umständen eine starke Thermoluminiszenz: reines Kalziumwolframat, Kalziumwolframate mit Mangan-, Silber-, Wismut- und Nickelzusatz, geschmolzenes Quarzglas, Flußspathe und Scheelit, eine schwache Luminiszenz zeigten die Baryum-, Strontium und Kalzium-Platinocyanüre. Natürliche Quarz-Kristalle, sogar gefärbte, zeigten kein auch noch so schwaches Aufleuchten. Die Kalziumwolframate mit Zusätzen wie auch das natürliche Scheelit zeigten bei dem Aufleuchten noch eine Eigentümlichkeit. Wurden nämlich die Körper aus der flüssigen Luft in absoluten Alkohol getaucht, so trat zuerst ein stärkeres Leuchten auf, dann ein gänzliches Erlöschen, dann ein neues Ansteigen der Thermoluminiszenz zu oft bedeutender Stärke und dann nach einiger Zeit ein Abklingen und gänzliches Erlöschen. Es fiel nun auf, daß diese interessante Erscheinung nur dann auftritt, wenn längere Zeit die Substanz Röntgenstrahlen ausgesetzt war. Die Härte der Strahlen war dabei nach der Walterskala gleich 7:

Nun wurde ein Präparat mit Nickelzusatz und eines mit Silberzusatz gleichzeitig bei  $-195^{\circ}\text{C}$  den Röntgenstrahlen ausgesetzt und dann gleichzeitig in Alkohol getaucht. Das erstere luminisierte stärker und leuchtete nach dem erwähnten Abklingen früher auf als das Silberpräparat. Das letztere thermoluminiszierte aber in der ersten Phase länger. Es leuchtete erst wieder nach dem ersten Abklingen auf, als das Nickelpräparat bereits im Erlöschen war und klang dann mit bedeutend matterem Lichte als beim ersten Auf-

leuchten ab, zeigte aber noch minutenlang eine schwache Phosphoreszenz. Die Spektra der Erscheinungen waren kontinuierlich und hauptsächlich im Blauen liegend, aber für nähere Beobachtung zu schwach.

Die beschriebenen Verhältnisse wurden nun einer eingehenden Untersuchung unterworfen. In die Röhrechen mit den genannten Substanzen wurden Thermoelemente eingesetzt und vermittels längerer Leitungen mit Siemens'schen kalibrierten Milli-Ampermetern verbunden, welche außerhalb des Dunkelraumes, in welchem die Luminiszenz beobachtet worden ist, aufgestellt waren. Auch wurde der Galvanometer-Raum mit dem Dunkelzimmer durch einen Signalgeber verbunden. Die größte Vorsicht wurde auf die Konstanz der Röntgenbelichtung verwendet. Das Einsetzen von Ventilen erlaubte mittels eines Milli-Ampermeters die Intensität des die Röntgenröhre erregenden Hochspannungsstromes zu messen und die Benutzung einer sehr großen Bauer-Röhre gestattete auch, die Härte der Röntgenstrahlen sehr konstant zu halten. Es wurde nur bei Nacht mit völlig ausgeruhten Augen beobachtet und, um vergleichbare Resultate zu erhalten, erwies es sich als nützlich, nur das Stäbchen-Sehen zu benutzen. Dies wurde erreicht, indem die leuchtenden Substanzen durch eine Lupe beobachtet wurden. Auf diese Art und Weise wurde nun diejenige Temperatur beobachtet, welche dem Aufleuchten, Verlöschen, Wiederaufleuchten und schließlichen Verlöschen der Thermoluminiszenz entsprach. Es sind dabei folgende Resultate erhalten worden:

1) Alle künstlich dargestellten Kalziumwolframate mit Zusatz von Silber, Wismut und Nickel, wie auch das natürliche Scheelit zeigen die Erscheinung des Aufleuchtens bei zwei verschiedenen Temperaturen. Schon ein Zusatz von 0.00005 eines fremden Metalls zum reinen Kalziumwolframat genügt, um die charakteristische Erscheinung zu erhalten.

2) Alle Präparate leuchten zum erstenmal auf, sobald man sie erwärmt; die Intensität des Leuchtens hängt aber nicht nur von der Art des Zusatzes, sondern auch zunächst von der Quantität desselben ab.

3) Dasselbe läßt sich auch von der Temperatur des Erlöschens des ersten und des zweiten Leuchtens sagen.

4) Die Temperatur des Wiederaufleuchtens ist dagegen in Kalziumwolframat mit gleichem Zusatz in engen Grenzen konstant.

So leuchten die Präparate mit Nickelzusatz bei einer Temperatur, die zwischen  $-137^{\circ}$  und  $-132^{\circ}$  C liegt, wieder auf. Für den Silber-Zusatz wurde eine Temperatur zwischen  $-117^{\circ}$  und  $-112^{\circ}$  gefunden, der Wismut-Zusatz ergab ein Wiederaufleuchten zwischen  $-108^{\circ}$  und  $-98^{\circ}$ , und das untersuchte Scheelit leuchtete bei  $-92^{\circ}$  zum zweitenmal auf.

In unserer Auffassung lassen sich die Phänomene so deuten, daß das erste Aufleuchten den Luminophoren des reinen (besser gesagt, möglichst gereinigten) Kalziumwolframats zukommt, das folgende aber den Luminophoren der Zusätze.

60. *O eliptycznej polaryzacji światła, przepuszczonego przez ciało naturalnie skręcające i pochłaniające. — On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium.* Mémoire de M. **LADISLAS NATANSON** m. t.

To account for the rotation of the plane of polarization by naturally-active substances, it was assumed by Fresnel that media of this class cannot, without change of type, propagate other than circularly polarized vibrations. A linearly polarized wave, travelling with uniform rotation of its plane of polarization, he conceived to be due to the superposition of two oppositely polarized circular vibrations, propagated with different velocities. However, in a medium whose refractive index has two different values for two opposite circular vibrations of given wave-length, the corresponding values of the coefficient of extinction will also be different; hence by passage through the medium one of the circular components of an originally linearly polarized wave will be reduced in intensity more than the other and the emergent vibration will be an elliptical one. Effects of this kind have been observed and investigated by Monsieur A. Cotton in the course of a remarkable, most elaborate research<sup>1)</sup>. It seemed that valuable information might be gleaned from a fuller examination of these results than has hitherto

<sup>1)</sup> Recherches sur l'absorption et la dispersion de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire. *Annales de Chimie et de Physique* VII Série, tome VIII, page 347 et suiv. Paris 1896.



been made. Indeed, besides the treatment in Drude's well known *Optics*<sup>1)</sup>, little work seems to have been done in connection with the theoretical study of these phenomena.

Our discussion must from its nature depend on a general Theory of Photogyric Media; the analysis below in its essential results will easily be recognized as a particular case of the Theory given long ago by M. J. Boussinesq<sup>2)</sup> and translated by Drude into electromagnetic language. For the sake of clearness, however, we must sketch the matter from the beginning.

§ 1. Let  $e$  be the electric charge of an electron belonging to a definite class or category and let  $N$  represent the number of electrons of that class, per unit volume of the medium. Writing  $\xi, \eta, \zeta$  for the components of the displacement  $l$  of the electron, reckoned from its position of equilibrium, we have for the components of the electric polarization:

$$P_x = \Sigma e \xi N \quad P_y = \Sigma e \eta N \quad P_z = \Sigma e \zeta N; \quad (1)$$

the summation is here extended to unit volume and has to include all classes of electrons present.

Let us write down the equations of motion of an electron vibrating in a naturally-active molecule. Making no assumptions regarding the ultimate structure of such a molecule, we simply suppose that the force imposed upon the electron from without is a linear function of the first spacial differential coefficients of the electric force  $E$  ( $E_x, E_y, E_z$ ) as well as of that force itself. Confining ourselves to the case of isotropic media, we can easily show that the component in the direction of the axis  $x$  of that external force cannot involve other differential coefficients than  $\partial E_x / \partial y$  and  $\partial E_y / \partial z$  and that these must occur in the combination  $\partial E_x / \partial y - \partial E_y / \partial z$ <sup>3)</sup>. Thus the equations of motion of the electron are —

$$\ddot{\xi} + 2k\dot{\xi} + n_0^2\xi = \frac{e}{m} \left[ E_x - h \left( \frac{\partial E_x}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) \right] \quad (2a)$$

$$\ddot{\eta} + 2k\dot{\eta} + n_0^2\eta = \frac{e}{m} \left[ E_y - h \left( \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) \right] \quad (2b)$$

<sup>1)</sup> *Lehrbuch der Optik*, zweite Auflage, p. 404. Leipzig 1906.

<sup>2)</sup> *Journal de Mathématiques pures et appliquées* II Série, tome XIII, page 313 et suiv. Paris 1868.

<sup>3)</sup> Drude, *Lehrbuch der Optik*, p. 390—392.

where  $m$  represents the effective mass of the electron,  $n_0$  the frequency of the free or natural vibration,  $k$  a constant coefficient connected with the intensity of the damping action which is known to take place on the electron and  $h$  a structural constant which may conveniently be taken as the measure of the intrinsic rotatory power of the molecule.

For the sake of simplicity, terms involving  $P_x$ ,  $P_y$  and spacial differential coefficients of  $P_x$  and  $P_y$  and  $P_z$  have been omitted from the expression of the extraneous force acting on the electron. It is easy to see that no very great error in our results can arise from the neglect of these terms.

We assume as a solution of (2)

$$(3) \quad \xi = \xi_0 \varepsilon^{i n t}; \quad \eta = \eta_0 \varepsilon^{i n t}$$

$n$  being the frequency of vibrations in the incident beam of light. Writing for brevity

$$(4) \quad \mathcal{L} = \sum \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{1}{n_0^2 - n^2 + 2kn}$$

$$(5) \quad \mathcal{V} = \sum \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h}{n_0^2 - n^2 + 2kn}$$

we obtain

$$(6a) \quad P_x = \mathcal{L} E_x - \mathcal{V} \left( \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right)$$

$$(6b) \quad P_y = \mathcal{L} E_y - \mathcal{V} \left( \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right).$$

It must not be forgotten that we have limited the discussion to the case of the forced vibration maintained by the continued operation of the impressed electric force and that we are ignoring altogether the natural vibration of the electron.

§ 2. The Maxwell-Lorentz fundamental electromagnetic equations are in our case, the conduction current being left out of account,

$$(I) \quad \text{curl } H = \frac{4\pi}{c} \left( \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{4\pi} \frac{\partial E}{\partial t} \right)$$

$$(II) \quad \text{curl } E = - \frac{1}{c} \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{4\pi}{c^2} \frac{\partial^2 \Sigma h e l N}{\partial t^2};$$

$H$  stands here for the magnetic vector at the point considered; and

$c$  is a constant coefficient which by an appropriate choice of units can be taken to mean the velocity of propagation in vacuo of electromagnetic waves. The other symbols used have already been defined in § 1. above.

§ 3. To make further progress, let us suppose that

$$E_z = 0; \quad H_z = 0; \quad P_z = 0 \quad (1)$$

and that the remaining components

$$E_x, \quad E_y, \quad H_x, \quad H_y, \quad P_x \text{ and } P_y \quad (2)$$

all contain the factor

$$e^{\iota n(t-bz)} \quad (3)$$

where  $b$  denotes a complex constant. We have a plane transverse wave, propagated in the direction of the axis of  $z$ . Equations (6), § 1., reduce to

$$P_x = \mathcal{L} E_x - \iota n b \mathcal{V} E_y \quad (4a)$$

$$P_y = \mathcal{L} E_y + \iota n b \mathcal{V} E_x. \quad (4b)$$

Let us consider now a right-handed circularly polarized wave and a left-handed circularly polarized wave. Then we can write

$$P_y = \pm \iota P_x; \quad E_y = \pm \iota E_x \quad (5)$$

where we are to read  $+$  or  $-$  in the right-hand member according as we are dealing with the right-handed or the left-handed vibration. With this assumption it follows from (4) that

$$\frac{P_x}{E_x} = \frac{P_y}{E_y} = \mathcal{L} \pm n b \mathcal{V}. \quad (6)$$

With the help of (1), (2)—(3) and of (6) we deduce from equations (I), § 2:

$$+ b c H_y = E_x \{1 + 4\pi (\mathcal{L} \pm n b \mathcal{V})\} \quad (7a)$$

$$- b c H_x = E_y \{1 + 4\pi (\mathcal{L} \pm n b \mathcal{V})\}. \quad (7b)$$

On the other hand, from equations (II) in Art. 2 we obtain, by means of our present assumptions (1) and (2)—(3):

$$- \iota n b c E_y = \iota n H_x + \frac{4\pi n^2}{c} (\mathcal{V} E_x - \iota n b \mathcal{L} E_y) \quad (8a)$$

$$+ \iota n b c E_x = \iota n H_y + \frac{4\pi n^2}{c} (\mathcal{V} E_y + \iota n b \mathcal{L} E_x) \quad (8b)$$



where

$$(9) \quad \mathcal{Q} = \sum \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h^2}{n_0^2 - n^2 + 2kn\epsilon}$$

[cf. (4) and (5), § 1.]. Eliminating  $H_x$  and  $H_y$  between (7) and (8) we easily find

$$(10) \quad b^2 c^2 = 1 + 4\pi \mathcal{Q} \pm 8\pi n b \mathcal{Q} + 4\pi n^2 b^2 \mathcal{Q}.$$

§ 4. It will be convenient first to consider the solution of equation (10) in Art. 3 on the assumption that the term containing the quantity  $\mathcal{Q}$  can be neglected. Later on, we shall return to the discussion of the exact solution.

Let us assume that

$$(1) \quad bc = \nu - i\kappa;$$

from the expression (3), § 3, it appears<sup>1)</sup> that the quantity  $\kappa$  represents the «coefficient of extinction» of the substance and that  $\nu$  may be called its «refractive index».

Writing

$$(2) \quad \mathcal{A} - i\mathcal{B} = 1 + 4\pi \mathcal{Q}$$

$$(3) \quad \mathcal{C} - i\mathcal{D} = \frac{8\pi n}{c} \mathcal{Q}$$

and substituting (1), (2) and (3) in (10), § 3, we obtain

$$(4) \quad \nu^2 - \kappa^2 \mp \mathcal{C}\nu \pm \mathcal{D}\kappa = \mathcal{A}$$

$$(5) \quad 2\nu\kappa \mp \mathcal{D}\nu \mp \mathcal{C}\kappa = \mathcal{B}.$$

We shall write  $\nu_1$  and  $\kappa_1$  when dealing with the right-handed circularly polarized wave and  $\nu_2$ ,  $\kappa_2$  when dealing with the left-handed circularly polarized wave. These quantities satisfy two pairs of equations which can be written down from (4) and (5). Eliminating between them the quantities  $\mathcal{A}$  and  $\mathcal{B}$  we obtain two equations which after a little transformation take the form

$$(6) \quad \{(\nu_1 - \nu_2) - \mathcal{C}\}(\nu_1 + \nu_2) + \{\mathcal{D} - (\kappa_1 - \kappa_2)\}(\kappa_1 + \kappa_2) = 0$$

$$(7) \quad \{\mathcal{D} - (\kappa_1 - \kappa_2)\}(\nu_1 + \nu_2) - \{(\nu_1 - \nu_2) - \mathcal{C}\}(\kappa_1 + \kappa_2) = 0.$$

<sup>1)</sup> See *Bulletin Int. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie*, Cl. d. Sc. Mat. et Nat. for 1907, page 318.

Now negative values of  $\nu$  and of  $\kappa$  have no meaning and must be ignored; accordingly, from (6) and (7) we conclude that

$$\nu_1 - \nu_2 = \mathcal{C} \quad (8)$$

$$\kappa_1 - \kappa_2 = \mathcal{D} \quad (9)$$

Thus, as was to be expected, the differences  $\nu_1 - \nu_2$  and  $\kappa_1 - \kappa_2$  are independent of  $\mathcal{A}$  and  $\mathcal{B}$ .

Having regard to (5) in Art. 1., we may write (8) and (9) in the form

$$\nu_1 - \nu_2 = \frac{8\pi n}{c} \sum \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h(n_0^2 - n^2)}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2} \quad (10)$$

$$\kappa_1 - \kappa_2 = \frac{8\pi n}{c} \sum \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h \cdot 2kn}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2}. \quad (11)$$

If, as in the paper alluded to, we consider the behaviour of a «mono-electronic» substance, supposed to contain only one class of movable electrons, our result can be expressed very simply; we have then

$$\nu_1 - \nu_2 = \frac{8\pi n}{c} \cdot \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h(n_0^2 - n^2)}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2} \quad (12)$$

$$\kappa_1 - \kappa_2 = \frac{8\pi n}{c} \cdot \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h \cdot 2kn}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2}. \quad (13)$$

These lead to

$$\frac{\nu_1 - \nu_2}{\kappa_1 - \kappa_2} = \frac{n_0^2 - n^2}{2kn}, \quad (14)$$

a remarkable result in which the constant  $e^2 N/m$ , as well as the specific coefficient  $h$  has disappeared. Perhaps the most interesting point of view from which formula (14) may be regarded is to consider it as affording a means of calculating, at least in the case of certain substances, the magnitude of that important constant, the dissipation coefficient  $k$  which has hitherto eluded numerical evaluation.

§ 5. In deducing the foregoing results from equation (10) of Article 3 we have ignored the presence of one term, that involving the quantity  $\mathcal{D}$ . In order to avoid much complication, other effects, of the same order of magnitude as the term in  $\mathcal{D}$ , have been left out of account at a former stage; there is not much object there-

fore in pursuing calculation, on the basis of (10) § 3, up to a second approximation. For the sake of illustration, however, let us consider briefly the correction implied.

To calculate  $\nu_1 - \nu_2$  and  $\kappa_1 - \kappa_2$  from equation (10) § 3 as it stands, we can follow the same method as that used in the last Article. Writing

$$(1) \quad \mathcal{E} + \mathcal{F} = \frac{4\pi n^2}{c^2} \mathcal{V}$$

we obtain in this way

$$(2) \quad \nu_1 - \nu_2 = \frac{\mathcal{C} - (\mathcal{E}\mathcal{C} + \mathcal{F}\mathcal{D})}{1 - 2\mathcal{E} + \mathcal{E}^2 + \mathcal{F}^2}$$

$$(3) \quad \kappa_1 - \kappa_2 = \frac{\mathcal{D} - (\mathcal{E}\mathcal{D} - \mathcal{F}\mathcal{C})}{1 - 2\mathcal{E} + \mathcal{E}^2 + \mathcal{F}^2}.$$

From (1), combining with (9), § 3, we derive

$$(4) \quad \mathcal{E} = \frac{4\pi n^2}{c^2} \sum \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h^2 (n_0^2 - n^2)}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2}$$

$$(5) \quad \mathcal{F} = \frac{4\pi n^2}{c^2} \sum \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h^2 \cdot 2kn}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2}.$$

By way of an example let us take the case, already examined in § 4, of a «mono-electronic» substance. In this case —

$$(6) \quad \mathcal{E}\mathcal{C} + \mathcal{F}\mathcal{D} = \frac{32\pi^2 n^3}{c^3} \left(\frac{e^2 N}{m}\right)^2 \frac{h^3}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2}$$

and

$$(7) \quad \mathcal{E}\mathcal{D} - \mathcal{F}\mathcal{C} = 0.$$

We may therefore write in this case

$$(8) \quad \nu_1 - \nu_2 = \frac{8\pi n}{c} \cdot \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h [n_0^2 - (1+j)n^2]}{[n_0^2 - (1+j)n^2]^2 + 4k^2 n^2}$$

$$(9) \quad \kappa_1 - \kappa_2 = \frac{8\pi n}{c} \cdot \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h \cdot 2kn}{[n_0^2 - (1+j)n^2]^2 + 4k^2 n^2}$$

and

$$(10) \quad \nu_1 - \nu_2 = \frac{n_0^2 - (1+j)n^2}{2kn} \quad \text{and} \quad \kappa_1 - \kappa_2 = \frac{2kn}{h^2}.$$

where

$$(11) \quad j = \frac{4\pi}{c^2} \cdot \frac{e^2 N}{m} h^2.$$



is a small positive fraction. It thus appears that the neglected term may have an effect, in this case, in changing the apparent value of  $\lambda_0$ , the wave-length corresponding to the free or natural vibration of the electron.

§ 6. In Art. 1 of a previous paper<sup>1)</sup> we have recapitulated the formulae applying to the case of the superposition of two opposite circular vibrations of unequal amplitudes, travelling with different velocities ( $c_1$  and  $c_2$ ) in the same direction, say in the direction of

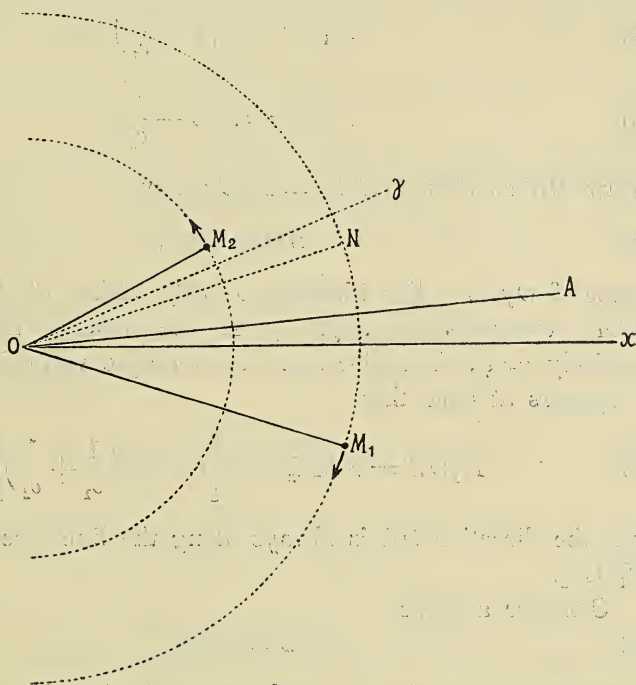


Fig. 1.

the axis of  $z$ . The angle  $\psi$  which the major axis of the resultant ellipse makes with the axis of  $x$  is, in previous notation,

$$\psi = \frac{1}{2} \theta = \frac{nz}{2c} (\nu_1 - \nu_2). \quad (1)$$

<sup>1)</sup> On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing gaseous medium, parallel to the lines of an extraneous magnetic field. *Bulletin Int.* for March 1908, page 129.

The axis of  $x$  we take here in the direction of the original linear vibration occurring in the plane  $z = 0$ ; moreover, in conformity with the notation employed above, we use suffix 1 when dealing with the right-handed circularly-polarized wave and suffix 2 when dealing with the left-handed circularly polarized wave.

A simple geometrical construction is easily obtained. In Fig. 1. let  $Ox$  be the axis of  $x$  and let  $OM_1$  and  $OM_2$  represent the displacements due to the two component circular vibrations. We have

$$(2) \quad M_1 Ox = n \left( t - \frac{z}{c_1} \right)$$

$$(3) \quad x OM_2 = n \left( t - \frac{z}{c_2} \right).$$

Draw  $ON$  so that  $xON$  be  $= M_1 Ox$ , then

$$(4) \quad NOM_2 = \theta ;$$

hence if  $O\gamma$  is a line bisecting  $NOM_2$ , either of the angles  $NO\gamma$ ,  $\gamma OM_2$  represents the angle  $\psi$ . If  $OA$  makes with  $Ox$  an angle precisely  $= \psi$ , the major axis of the ellipse will coincide with  $OA$ . It appears at once that

$$(5) \quad M_1 OA = AOM_2 = n \left[ t - \frac{1}{2} z \left( \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \right) \right],$$

thus the direction  $OA$  is always along the line bisecting the angle  $M_1 OM_2$ .

Consider a plane

$$(6) \quad z = \text{const.}$$

and suppose  $t = z/c_1$ . Then the point  $M_1$  is evidently on the axis  $Ox$  and the angle  $xOM_2$  at the same time is  $= \theta$ . Hence the direction  $OA$  in the plane is along the line bisecting the angle  $xOM_2$  at the time considered.

§ 7. Let  $a$  be the major semi-axis,  $\ell$  the minor semi-axis of the ellipse; let us introduce a symbol  $\varphi$  defined by

$$(1) \quad \text{tg } \varphi = \frac{\ell}{a}.$$

We know the angle  $\varphi$  admits of being measured in actual experiment; its value in several cases has been carefully recorded by

M. Cotton. We now require to know how from the value of  $\varphi$  the quantity  $\kappa_1 - \kappa_2$ , in the notation of §§ 4 and 5, can be evaluated. We have first

$$\frac{a_1}{a_2} = \exp. \left\{ -\frac{2\pi}{\lambda} (\kappa_1 - \kappa_2) z \right\} \quad (2)$$

$a_1, a_2$  being the amplitudes of the two opposite circular vibrations and  $\lambda$  the wave-length (in vacuo) to which  $n$  applies. Moreover, recalling formula (19) in Art. 1 of the paper «On the elliptic polarization...»<sup>1)</sup>, we infer that

$$\exp. \left\{ \mp \frac{2\pi}{\lambda} (\kappa_1 - \kappa_2) z \right\} = \frac{\alpha - \ell}{\alpha + \ell} = \operatorname{tg} (45^\circ - \varphi), \quad (3)$$

where we are to read  $-$  or  $+$  in the left-hand member according as the difference  $\kappa_1 - \kappa_2$  is positive or negative.

§ 8. Combining (1), § 6, with (12), § 4, we find now

$$\psi = 4\pi \frac{n^2 z}{c^2} \cdot \frac{e^2 N}{m} \cdot \frac{h(n_0^2 - n^2)}{(n_0^2 - n^2)^2 + 4k^2 n^2} \quad (1)$$

or, what is equivalent,

$$\psi = \frac{D(\lambda^2 - \lambda_0^2)}{(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2 + I^2 \lambda^2}, \quad (2)$$

where

$$D = \frac{4\pi \lambda_0^2}{c^2} \frac{e^2 N}{m} h z; \quad I = \frac{k \lambda_0^2}{\pi c}. \quad (3)$$

It is interesting to note that the constant coefficient  $I$  has here the same value as the quantity denoted by the same symbol in § 8 of the previous paper *On the Electromagnetic Theory of Dispersion and Extinction*<sup>2)</sup>.

Again, from (3), § 7 and (13), § 4, it follows

$$\frac{\mp \log_{10} \operatorname{tg} (45^\circ - \varphi)}{\log_{10} \varepsilon} = \frac{2 D I \lambda}{(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2 + I^2 \lambda^2} \quad (4)$$

where we are to read  $-$  or  $+$  in the left-hand member according as the constant  $h$  (or  $D$ ) is positive or negative.

<sup>1)</sup> *Bulletin Int.* for March 1908, page 132.

<sup>2)</sup> *Bulletin Int.* for Avril 1907, page 323; cf. *ibidem* pp. 324—325.



Finally, from (1) § 6, (3) § 7 and (14) § 4, we derive

$$(5) \quad k = - \frac{|n_0^2 - n^2|}{4n|\psi|} \cdot \frac{\log_{10} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi)}{\log_{10} \varepsilon}$$

where, in order to avoid double signs, the absolute values of  $n_0^2 - n^2$  and of  $\psi$  are to be taken.

§ 9. Equation (2) of the preceding Article shows that the curve

$$(1) \quad \psi = \psi(\lambda)$$

intersects the axis of  $\lambda$  at the point  $\lambda = \lambda_0$  and that it exhibits two maxima values of  $|\psi|$  which occur when

$$(2) \quad \lambda^2 = \lambda_0^2 \mp I\lambda_0.$$

Hence if  $\lambda_{m1}$  and  $\lambda_{m2}$  are the corresponding wave-lengths,

$$(3) \quad \frac{1}{2}(\lambda_{m2}^2 + \lambda_{m1}^2) = \lambda_0^2.$$

$$(4) \quad \frac{1}{2}(\lambda_{m2}^2 - \lambda_{m1}^2) = I\lambda_0.$$

Thus, assuming merely that the march of the curve  $\psi = \psi(\lambda)$  is known, we can ascertain the value of  $I$  and of  $k$ , without any reference to the magnitude of  $\varphi$ . This, it will be seen, is an important proposition. To arrive at the nearest estimate that can yet be made of the constant  $k$ , it will be most convenient to make direct use of the result just proved.

The maxima values of  $|\psi|$  are

$$(5) \quad \psi_{m1} = \frac{D}{I(2\lambda_0 - I)}; \quad \psi_{m2} = \frac{D}{I(2\lambda_0 + I)}.$$

Thus

$$(6) \quad \psi_{m1} : \psi_{m2} = (\lambda_0 + \frac{1}{2}I) : (\lambda_0 - \frac{1}{2}I).$$

The diagram on page 777 (Fig. 2) shows under *aaa* the general form of the curve  $\psi = \psi(\lambda)$  for a positive value of the constant  $D$ .

§ 10. The curve  $\varphi = \varphi(\lambda)$  is quite different. The angle  $\varphi$  reaches a maximum for

$$(1) \quad \lambda = \lambda^* = \lambda_0 \sqrt{\frac{1}{3}[1 - 2\beta + 2\sqrt{1 - \beta + \beta^2}]}$$

[see equation (4), § 8.] where  $\beta = I^2/4\lambda_0^2$ . If we suppose  $\beta$  small (as will generally be the case) we can write, to a first approximation,

$$(2) \quad \lambda^* = \lambda_0 \sqrt{1 - \beta}.$$

On both sides of wave-length  $\lambda = \lambda^*$  the angle  $\varphi$  rapidly dimin-

ishes and the curve approaches asymptotically to the axis of  $\lambda$  as the distance from the point  $\lambda = \lambda^*$  increases.

The maximum value  $\varphi^*$  can be found from the following (approximate) equation

$$\frac{-\log_{10} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi^*)}{\log_{10} \varepsilon} = \frac{2|D|}{\Gamma \lambda_0} \quad (3)$$

§ 11. We now proceed to examine to what extent the foregoing results are corroborated by experimental evidence. It will be convenient first to consider the variation of the rotation  $\psi$  with the wave-length; in this discussion the further question of the ellipticity of the light transmitted through the substance will not, at first, be involved.

A. In the case of a 10% solution of what he calls «double tartarate of chromium and potassium», M. Cotton gives, on page 407 of the paper alluded to, the rotations  $\psi$ , these observations covering a range which extends from wave-length  $4,75 \cdot 10^{-5}$  cm to  $6,57 \cdot 10^{-5}$  cm. From the graphical representation, given *l. c.* on page 408, we infer that

$$\lambda_{m1} = 5,13 \cdot 10^{-5} \text{ cm}; \quad \lambda_{m2} = 6,09 \cdot 10^{-5} \text{ cm} \quad (1)$$

and from (3) in § 9. we obtain by use of (1)

$$\lambda_0 = 5,63 \cdot 10^{-5} \text{ cm.} \quad (2)$$

The wave-length corresponding to  $\psi=0$  on the curve is  $5,65 \cdot 10^{-5}$  cm or nearly so; with this the result just obtained agrees fairly well.

Applying equation (4) of Art. 9. we find

$$\Gamma = 0,956 \cdot 10^{-5} \text{ cm} \quad (3)$$

whence

$$k = 2,84 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1}. \quad (4)$$

The quantity  $1/2k$  may be called «the time of relaxation» of the vibration. Its magnitude in the case considered seems thus to be about  $2 \cdot 10^{-15}$  sec; that, it may be observed, is the order of magnitude of the period of the natural vibration.

From (6), § 9., we obtain

$$\psi_{m1} : \psi_{m2} = 1,18 : 1 \quad (5)$$

$\lambda_0$  and  $\Gamma$  having the values assigned to them in (2) and (3). This result may appear to conflict with M. Cotton's diagram on page

408 *l. c.* where the values of  $\psi_{m1}$  and  $\psi_{m2}$  are assumed to be equal. At first sight, the discrepancy seems perplexing; on closer examination, however, it must be admitted that the data actually observed would fit equally well with a form of curve departing from that adopted by M. Cotton and which might indeed be made to satisfy condition (5).

Let us now examine to what extent the observed variation of the rotation  $\psi$  can be represented by formula (2) of Article 8. In the following table the wave-lengths (in  $10^{-5}$  cm) are given in the first column, the observed rotations in the second column, in the third the corresponding values of the constant  $D$  computed from equation (2) in Art. 8.,  $I'$  having the value assigned to it in (3) above.

$\lambda$	$ \psi $	$D$
5,22	$2^{\circ} 50'$	$4,97 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^2$
5,40	$2^{\circ} 10' ^1)$	4,92 . . . . .
5,81	$1^{\circ} 46'$	5,27 . . . . .
5,89	$2^{\circ} 30'$	5,94 . . . . .

Assuming

$$(6) \quad D = 5,05 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^2$$

equation (2) in Art. 8 gives the following results:

$\lambda$	$ \psi $	
	calculated from (2) § 8	observed by M. Cotton
4,75	$2^{\circ} 32'$	$1^{\circ} 52'$
5,00	$2^{\circ} 51'$	$2^{\circ} 39' *$
5,22	$2^{\circ} 53'$	$2^{\circ} 50'$
5,40	$2^{\circ} 13'$	$2^{\circ} 10' *$
5,62	$0^{\circ} 07'$	$0^{\circ} 21'$
5,81	$1^{\circ} 42'$	$1^{\circ} 46'$
5,89	$2^{\circ} 08'$	$2^{\circ} 30'$
6,00	$2^{\circ} 26'$	$2^{\circ} 48' *$
6,57	$1^{\circ} 56'$	$1^{\circ} 26'$

<sup>1)</sup> In M. Cotton's table for  $\lambda = 5,62$  we have the rotation  $1^{\circ} 21'$ ; but this is no doubt a misprint and should probably be  $0^{\circ} 21'$ . Since  $\lambda = 5,62$ , however, is in the immediate vicinity of  $\lambda = \lambda_0$ , the corresponding value of  $\psi$  is open to considerable uncertainty. For this reason another value, that corresponding to  $\lambda = 5,40$ , was read from the curve.



The values marked \* are read from M. Cotton's curve. If the calculated values of  $\psi$  are plotted against those of  $\lambda$  as rectangular

$$\psi = \psi(\lambda)$$

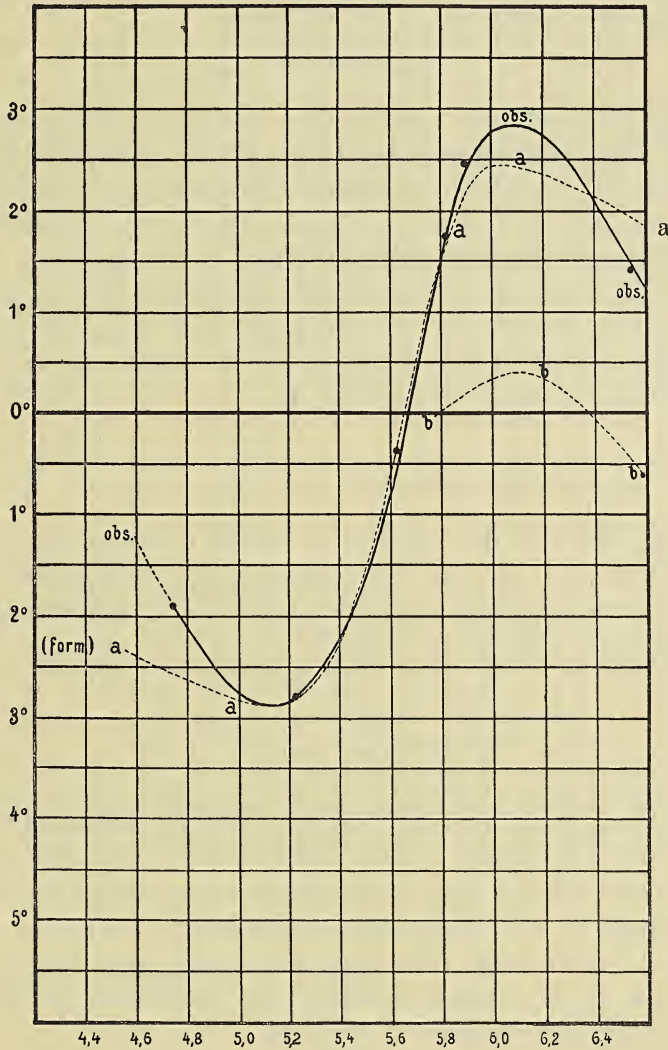


Fig. 2.

coordinates, as in the accompanying diagram (Fig. 2), the curve so obtained will be seen to agree well with experiment within the limits  $\lambda_{m1}$  and  $\lambda_{m2}$ ; on the contrary, descending the curves to the

right of  $\lambda_{m2}$  or to the left of  $\lambda_{m1}$ , we are at once confronted with the fact that the observed values depart widely from the theoretical curve. The natural conclusion is that for wave-lengths less than  $\lambda_{m1}$  and greater than  $\lambda_{m2}$  the rotation  $\psi$  in the yellow band ceases to be exclusively controlled by the vibration

$$(7) \quad \lambda_0 = 5,63 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

to which that particular band is due; and the significant fact that another strong absorption band in the blue is shown by the solution tends considerably to strengthen the presumption put forward.

A definite step towards an explanation of the failure of the mono-electronic equation would be taken if we succeeded numerically to trace the effect of adjoining absorption bands on the rotation within a given band. If we suppose, as I think we may, that the effects due to various vibrations can be simply superposed, we can write by equation (10) of Art. 4. —

$$(8) \quad \psi - \frac{D_1 (\lambda^2 - \lambda_{01}^2)}{(\lambda^2 - \lambda_{01}^2)^2 + I_1'^2 \lambda^2} = \frac{D_2 (\lambda^2 - \lambda_{02}^2)}{(\lambda^2 - \lambda_{02}^2)^2 + I_2'^2 \lambda^2} + \text{etc.}$$

where  $\lambda_{01}$  refers to the vibration to which the band dealt with is due and  $\lambda_{02}$ ,  $\lambda_{03}$  etc. are the corresponding characteristic wave-lengths of the adjoining bands. We have now to ascertain whether the differences between the observed values of  $\psi$  and those calculated on the mono-electronic hypothesis are amenable to the law embodied in formula (8). Suppose, as a legitimate approximation, that the series on the right-hand member of (8) can be restricted to *one* term only, on either side of the absorption band; the procedure is then much the same as before. We may conveniently have recourse to a graphical method. In Fig. 2. (p. 777) the ordinates of the curve *bbb* are equal respectively to the *differences* between the ordinates of the «observed» curve (*obs.*) and the former «mono-electronic» curve (*aaa*). The curve *bbb* having been drawn, it remains for us to examine whether its march can be correctly indicated by an expression of the form

$$(9) \quad \frac{D_i (\lambda^2 - \lambda_{0i}^2)}{(\lambda^2 - \lambda_{0i}^2)^2 + I_i'^2 \lambda^2}.$$

To take an example: in the case of M. Cotton's solution with which we have dealt in the present Article, an inspection of the

curve *bbb* constructed on the red side of the band shows at once that, in this case,

$$\lambda_{02} = 6,36 \cdot 10^{-5} \text{ cm.} \quad (10)$$

If we attempt however to carry the calculation any further, we are soon compelled to admit that with the data at our disposal it is useless to try to attain reliable results. Hence, hitherto we have dealt only with *the method* to be adopted in proceeding to a second approximation. To perform the complete calculation on the lines here indicated would require numerous experimental data, of a very high degree of accuracy.

B. Similar results are obtained when we consider the behaviour of the other solutions investigated by M. Cotton; for instance that of a mixture of chromium alum and sodium tartarate solution (Cotton, *l. c.*, pages 415 and 416). It is unnecessary to consider this example in detail. The agreement of experimental evidence with «mono-electronic» anticipations is even less than in the case considered above.

§ 12. We now proceed to consider the ellipticity produced by an absorbing active solution. Let us see to what extent the variation with the wave-length of the angle  $\varphi$  as observed by M. Cotton can be correctly represented by equation (4) of Art. 8. To ascertain this in the case of the double tartarate of chromium and potassium solution, already dealt with in § 11 A, the value of the expression

$$-\frac{(\lambda - \lambda_0)^2 + I^2 \lambda^2}{\lambda} \log_{10} \operatorname{tg}(45^\circ - \varphi) \quad (1)$$

has been computed from the values given on p. 407 of M. Cotton's paper. Writing  $R$  for the expression (1) we get from equation (4) in Art. 8.

$$R = 2 |D| I \log_{10} \varepsilon = \text{Const.} \quad (2)$$

The results obtained run as follows:

$\lambda$	$\varphi$	$R$
5,22 . 10 <sup>-5</sup> cm	1° 25'	1,84 . 10 <sup>-16</sup> cm <sup>3</sup>
5,40 . . . . .	2° 33' *	2,38 . . . . .
5,81 . . . . .	4° 54'	4,50 . . . . .
5,89 . . . . .	3° 40'	3,85 . . . . .

\* Read from the curve.



It is of interest to compare these figures with the value of  $R$  which is obtained by making direct use of the results of Art. 11. Substituting (3) and (6), § 11., in (2) above, we find

$$(3) \quad R = 4,20 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^3.$$

The accuracy with which equation (4) of Art. 8. represents the variation of ellipticity with wave-length can be seen from the following table; in order to calculate the values given in the second column, the following estimate of the constant  $R$  has been adopted:

$$(4) \quad R = 3,85 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^3$$

$\lambda$	$\varphi$	
	calculated from (4) § 8	observed by M. Cotton
$5,00 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$	$1^{\circ} 52'$	$0^{\circ} 18' *$
5,22 . . . . .	$2^{\circ} 57'$	$1^{\circ} 25'$
5,40 . . . . .	$4^{\circ} 07'$	$2^{\circ} 33' *$
5,62 . . . . .	$4^{\circ} 55'$	$4^{\circ} 46' ^1)$
5,81 . . . . .	$4^{\circ} 11'$	$4^{\circ} 54'$
5,89 . . . . .	$3^{\circ} 40'$	$3^{\circ} 40'$
6,00 . . . . .	$2^{\circ} 57'$	$2^{\circ} 45' *$

From the table as well as from the appended graphical representation (Fig. 3) it appears that the agreement is anything but satisfactory. This negative result might indeed have been anticipated. In equation (4) § 8 the constant quantity  $D$  may be positive or negative but in a given absorption band it is either one or the other. Hence equation (4) § 8 precludes the possibility of the curve  $\varphi = \varphi(\lambda)$  intersecting the axis  $\varphi = 0$ ; yet this intersection is a not uncommon occurrence in M. Cotton's experiments.

§ 13. The formula (5) of § 8 above allows an estimate of the magnitude of the constant  $k$  being made from any pair of conjugate values of  $\psi$  and  $\varphi$ . Let us endeavour to get in this way some idea of the magnitude of the constant  $k$  in our equations. It will be perceived at once that this method and that explained and used, with the same object in view, in §§ 9 and 11, are independent of one another.

A. The following table shows the results obtained from equa-

<sup>1)</sup> A misprint in M. Cotton's table is here corrected. The values marked \* are read from M. Cotton's curve.

tion (5) in Art. 8., in the case already dealt with in § 11 A. In the first column the wave-lengths  $\lambda$  are given in terms of the

$$\varphi = \varphi(\lambda)$$

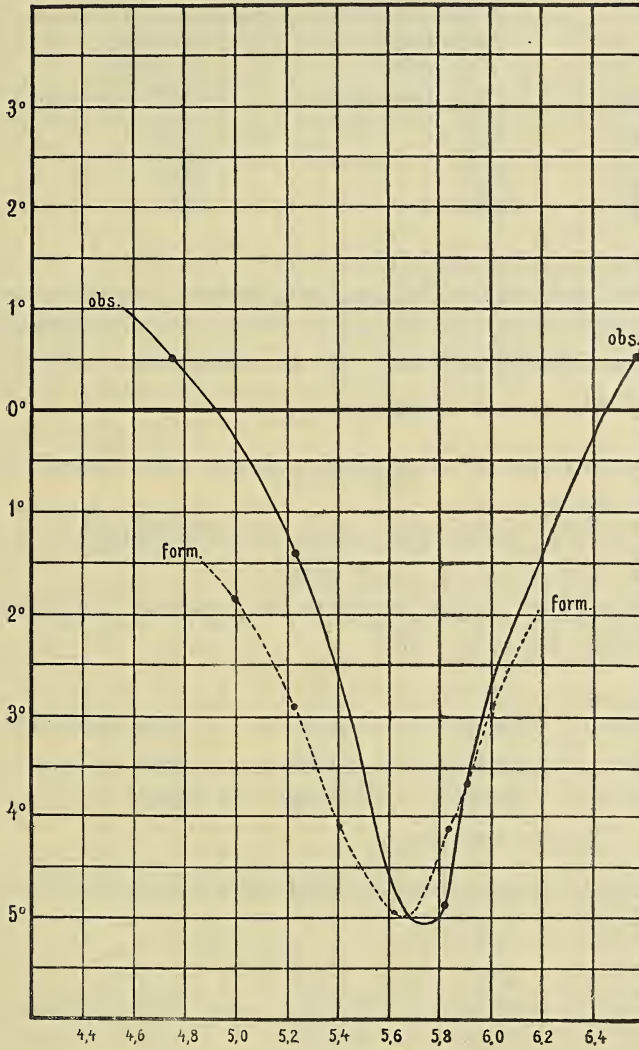


Fig. 3.

usual unit  $10^{-5}$  cm; in the second, values of  $k$  calculated on the assumption, accepted in § 11 A, that

$$\lambda_0 = 5.63 \cdot 10^{-5} \text{ cm}; \quad (1)$$

the values of  $k$  given in the third column of the table are those which we obtain when we make use of a slightly different value of  $\lambda_0$ , namely  $5,65 \cdot 10^{-5}$  cm.

$\lambda$	$k$	
	assuming $\lambda_0 = 5,63$	assuming $\lambda_0 = 5,65$
5,22	$1,27 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1}$	$1,32 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1}$
5,40	1,66 . . . . .	1,79 . . . . .
5,81	2,93 . . . . .	2,60 . . . . .
5,89	2,22 . . . . .	2,04 . . . . .

Even allowing for the imperfect nature of the data at our disposal we must still admit that the approach towards constancy is unsatisfactory. This being so, it seems all the more remarkable that the value of  $k$  found in § 11 A by an independent method, viz.

$$2,84 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1}$$

is of the same order of magnitude and fits well indeed with the results just given.

In the following some other values of  $k$ , calculated in a similar manner by equation (5) § 8, are given.

B. Dextrogyric copper tartarate and caustic potash solution Cotton, page 400);  $\lambda_0 = 6,57$ .

$\lambda$	$ \psi $	$\varphi$	$k$
5,62	$2^\circ 29'$	$0^\circ 51'$	$1,54 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1}$
5,815	$2^\circ 16'$	$1^\circ 26'$	2,22 . . . . .
5,89	$2^\circ 00'$	$1^\circ 34' *$	2,44 . . . . .

\* Read from the curve.

C. Laevogyric copper tartarate and caustic potash solution (Cotton, page 400);  $\lambda_0 = 6,57$ .

$\lambda$	$ \psi $	$\varphi$	$k$
5,62	$2^\circ 25'$	$0^\circ 55'$	$1,71 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1}$
5,815	$2^\circ 16'$	$1^\circ 24'$	2,17 . . . . .

On the whole, the evidence, in the case of the substances investigated by M. Cotton, is not in favour of the simplest form of Theory, of that which takes account of only one class of vibrating electrons; and to carry out the process of verification with strictness,



on the assumption of a poly-electronic formula, would require knowledge which is not likely to be soon available. Nevertheless, we may I think regard as fairly clear the general result of the foregoing considerations which consists in this: if, within an absorption band of a photogyric substance, the rotation of the plane of polarization and the ellipticity produced by the medium are determined, we are enabled to calculate, for the substance in question, the intensity of the damping agency which is known to be always present in electro-molecular vibrations.

---

61. *Z badań nad wzrostem zarodków płazów. — Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibien-embryonen.* Mémoire de M. K. BIAŁASZEWICZ, présenté par MM. E. Godlewski m. t. et K. Kostanecki m. t. dans la séance du 6. Juillet 1908.

#### Einleitung.

Bei der Erforschung der Entwicklungsprozesse bei Tieren hat sich schon frühzeitig das Bedürfnis fühlbar gemacht, die Wachstumserscheinungen von den übrigen Betätigungen des embryonalen Lebens streng zu sondern. Von der Mehrzahl der Zoologen wird unter Wachstum die Volumzunahme der Organismen verstanden<sup>1)</sup>. Meines Erachtens hat die korrekteste Begriffsbestimmung des Wachstums in den letzten Zeiten Schaper (02, S. 309) geliefert, welcher es als diejenige normale Lebenserscheinung auffaßt, „welche sich äußert in einer bleibenden, meist (aber nicht notwendigerweise) mit

<sup>1)</sup> In der Botanik wird der Begriff des Wachstums viel weiter aufgefaßt, denn es werden darunter alle diejenigen formativen Vorgänge, die zu einer bleibenden Änderung der Gestalt führen, verstanden. Da nun aber die Differenzierung unter Ausschluß jedweder Volumänderung sich vollziehen kann, so muß sie unbedingt als eine ganz selbständige Erscheinung aufgefaßt werden. Zu dieser Gruppe von Entwicklungsphänomenen müßten auch Erscheinungen des „relativen Wachstums“ gerechnet werden, die in dem Größerwerden gewisser Dimensionen eines Organismus auf Kosten anderer Dimensionen desselben bestehen. Man kann nicht umhin, Driesch vollkommen beizustimmen, wenn er sich über die letztgenannte Art von Wachstum folgendermaßen äußert: „Relatives Wachstum bedeutet jedenfalls ein Differentwerden der verschiedenen Teile eines Elementarorganes in bezug aufeinander, und eben deshalb fällt es in Strenge unter den allgemeinen Differenzierungsbegriff“ (06. S. 70).

Gestaltveränderung vereinigten Volumzunahme eines Organismus während der Periode seiner progressiven Entwicklung“.

In der zoologischen Literatur sind die theoretischen Betrachtungen über das Wachstum den beschreibenden und experimentellen Untersuchungen bedeutend vorausgeeilt. So liegt die Bedeutung der Arbeiten von His (74), Roux (92) und Driesch (94) gerade auf theoretischem Gebiet, da sie die Analyse der Erscheinung selbst zum Gegenstand haben. Die genaue Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur finden wir in dem allgemeinen Teil der Werke von Korschelt und Heider (02), sowie in Schapers Arbeit (02).

Die wichtigsten Anschauungen über diesen Gegenstand lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen:

His (74), der die Bedeutung des Wachstums für die Formbildung der sich entwickelnden Organismen hervorgehoben hat, unterscheidet zweierlei Arten von Wachstum: 1) das „primäre“, welches die typische Gliederung des embryonalen Körpers begleitet, und 2) das „sekundäre“, durch welches die zahllosen Motive für die generellen, spezifischen und individuellen Differenzierungen der künftigen Lebewesen gegeben werden. Roux betont dagegen das Prinzip der Assimilation, deren Prozesse er für das Wachstum als ausschlaggebend betrachtet. Er zerlegt somit das Wachstum 1) in ein „rein dimensionales“, vermöge dessen Vergrößerungen organischer Gebilde ohne jede Vermehrung organischer Substanz stattfinden, und 2) in „Massenwachstum“, das in einer Vermehrung der spezifisch strukturierten organischen Substanz besteht. Was die letztere Art („Massenwachstum“) anbelangt, so kann die Zunahme der organischen Substanz entweder durch ihre eigene vermehrende Tätigkeit geschehen („aktives Wachstum“), oder aber infolge der fortgesetzten Bildung und Ausscheidung von seiten einer anderen, davon verschiedenen, allein dabei tätigen Substanz [Matrix] („passives Wachstum“) stattfinden. Eine andere Bedeutung legt Driesch in seiner Arbeit „Analytische Theorie der organischen Entwicklung“ (1894) den Begriffen des „aktiven“ und des „passiven Wachstums“ bei. Indem er nämlich das Verhältnis des Wachstumsbegriffes zur Zellentheorie untersucht, wendet er die Begriffe: „passives“ oder „aktives Wachstum“ an, je nachdem die Volumenzunahme der Zelle nur von der Wasseraufnahme bedingt ist, oder je nachdem sie von der assimilatorischen Neubildung von Protoplasma abhängt; diejenige Vergrößerung des Organismus-Ganzen, welche



lediglich auf Zunahme der Wassermenge in den Körperhöhlen beruht, nennt dieser Forscher „Dehnungswachsen“.

Wenn auch diese ganze Einteilung bei der Betrachtung des Wachstumsproblems recht bequem ist, so kann sie doch nicht als ganz exakt betrachtet werden, wie es ja auch Driesch selbst (01, S. 868) zugibt und auch Schaper (02, S. 323) hervorhebt.

Die Rolle des Konstitutionswassers bei der Organisierung der lebenden Substanz ist ja bekannt; bekannt ist auch die Schwierigkeit in der Unterscheidung dieses Wassers von demjenigen, welches nur in einem losen Zusammenhang mit der Zellenorganisation steht. Ziehen wir aber noch dazu in Betracht, welche Rolle das Wasser in den Gestaltungsvorgängen spielt und berücksichtigen wir schließlich die große Anzahl der Zwischenstufen, die vom Augenblick der Aufnahme des Wassers in das Innere der lebenden Substanz an bis zu dessen definitiver Einverleibung als konstitutionelles Moment bestehen müssen, so erscheint es zum mindesten zweifelhaft, ob man ein genaues Unterscheidungsmerkmal zwischen diesen beiden Wachstumstypen wird finden können.

Die experimentellen Untersuchungen über das Wachstum des tierischen Organismus sind von Loeb angebahnt worden. Wie für viele andere Gebiete der modernen Biologie, so haben auch hier seine Arbeiten eine bahnbrechende Bedeutung. Seine „Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere“ sind zu einer Zeit erschienen (91—92), wo in der Pflanzenphysiologie die osmotische Wachstumstheorie bereits ausgebildet war, während die Physiologie des tierischen Wachstums — nach seinen eigenen Worten — in den damaligen Lehrbüchern auch nicht dem Namen nach bekannt war.

In diesen Studien, zu denen Loeb hauptsächlich durch die Ansichten und Forschungen von Sachs über das Wachstum der pflanzlichen Zelle angeregt wurde, untersuchte er den Einfluß der wechselnden Wassermenge im Organismus der Tubularien auf die Geschwindigkeit des Wachstums während der Regenerationsprozesse. Die absolute Wassermenge in diesen Organismen änderte er dadurch, daß er die Konzentration des Meerwassers, in dem dieselben kultiviert wurden, änderte. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Tubularien schneller wachsen, wenn die Wassermenge im Organismus bis zu einer gewissen Grenze vermehrt wird, langsamer dagegen, wenn sie verringert wird oder auch eine Maximalgrenze überschreitet.



Was die ursächlichen Momente der Wasseraufnahme durch wachsende Tierorganismen anbetrifft, so steht Loeb (94), in Übereinstimmung mit den botanisch-physiologischen Anschauungen, auf dem Standpunkte der osmotischen Theorie; er behauptet, „daß das verbindende Glied zwischen der chemischen Tätigkeit der Gewebe und ihrem Wachstum die durch die chemischen Änderungen bedingte Wasseraufnahme sei“ (zit. nach 02, S. 673). Diese Wasseraufnahme ist nach Loeb's Ansicht ein Faktor, der die Zunahme der lebenden Substanzmenge anbahnt; er ist nämlich der Meinung, daß „das Wasser dabei zunächst mechanisch wirkt, indem es den Widerstand, der der Volumenzunahme entgegenwirkt, überwindet und Lücken schafft, in welche neue Moleküle eingelagert werden“ (98, S. 633). Die Begründung der Ansichten dieses Forschers finden wir — außer in den oben erwähnten Arbeiten — auch noch in einer Reihe anderer, wie z. B. in denjenigen, die sich mit der Erklärung der Aktivitätshypertrophie der Muskeln befassen, sowie in den Arbeiten über die künstliche Parthenogenese (06) und in denen über den Einfluß des osmotischen Druckes auf die Furchungsprozesse (93).

Diese Ansichten Loeb's, welche die Erscheinung der Wasseraufnahme auf die osmotischen Eigenschaften der Tierorganismen zurückführen, haben eine grundlegende Bedeutung für die Physiologie des embryonalen Wachstums erlangt, und zwar dank den von Davenport (97) erzielten Resultaten in seinen Untersuchungen über die quantitative Anteilnahme des Wassers an den Wachstumsprozessen der Froschembryonen. In diesen Untersuchungen, die eine Entwicklungsperiode von 84 Tagen von dem Moment des Ausschlüpfens der Embryonen aus den Eihüllen an umfassen, hat Davenport in bestimmten Zeitintervallen die Gewichte sowohl von lebenden, wie auch von getrockneten Froschembryonen bestimmt; die Gewichts Differenz entspricht dem Wassergehalt der Embryonen. Auf Grund dieser Gewichtsbestimmungen hat Davenport festgestellt<sup>1)</sup>, daß in der Entwicklung der Amphibienembryonen eine Periode besteht, in deren Verlauf das Wachstum des Organismus hauptsächlich als eine Folge von Wasseraufnahme an-

<sup>1)</sup> Als Vorläufer Davenports muß Bezold (57) angesehen werden, welcher an der Hand desselben Materials festgestellt hat, daß die jüngeren Embryonen einen größeren Wassergehalt als die älteren aufweisen. Die Resultate dieser Forschungen sind jedoch unbeachtet geblieben, und zwar aus dem Grunde, weil sie von ihrem Urheber selbst theoretisch zu wenig ausgenutzt worden sind.

zusehen ist. Diese Periode parallelisiert Davenport mit „der großen Wachstumsperiode“ bei Pflanzen.

Die Untersuchungen dieses Forschers über den Anteil des Wassers an dem Wachstum der Frösche sind neuerdings von Schaper (02) wiederaufgenommen worden. Sie sind mehr auf das Spezielle gerichtet und umfassen vor allem eine längere Entwicklungsperiode, als diejenigen Davenports; sie setzen bei viel früheren Stadien ein, nämlich 2 Tage vor dem Ausschlüpfen, und umfassen die von Davenport nicht untersuchte Periode der Metamorphose sowie den weiteren Entwicklungsgang bis zum erwachsenen Individuum. Schapers Methoden waren zum Teil dieselben, wie die von Davenport angewandten; überdies bestimmte er auf dem Wege der Verbrennung den Gehalt an organischer Substanz sowie den Aschengehalt in der Trockensubstanz und unternahm volumetrische Messungen der gewogenen Embryonen. Bei den volumetrischen Bestimmungen bediente er sich einer engen, in  $\frac{1}{20}$  cm eingeteilten Tropfbürette, die etwa zur Hälfte mit destilliertem Wasser gefüllt war. In diese Bürette brachte er mittels eines besonderen Blechschlittens von bekanntem Volumen die zu untersuchenden Larven, nachdem sie möglichst sorgfältig von der ihnen anhaftenden Wasserschicht befreit worden waren. Der Wasserstand in der Bürette wurde vor und nach der Einführung der Embryonen mitsamt dem Schlitten genau abgelesen; die Differenz zwischen diesen beiden Niveaus ergibt nach Abzug des Schlittenvolumens das Volumen der in die Bürette eingeführten Larven.

Aus den von Schaper auf Grund seiner Untersuchungen aufgestellten Tabellen ergibt sich eine vollkommene Übereinstimmung mit den Beobachtungen Davenports, nach denen der quantitativen Beteiligung des Wassers beim Wachstum der Amphibien eine gleiche Bedeutung zukommt, wie bei demjenigen der Pflanzen, in deren Hauptwachstumsperiode die intensive Wasseraufnahme eine sehr charakteristische Erscheinung bildet.

Im weiteren Verlauf seiner Arbeit befaßt sich Schaper mit analytisch-theoretischen Betrachtungen. In diesem Teile besteht sein Hauptverdienst darin, daß er gezeigt hat, daß die von Davenport aufgestellten Kategorien der morphologischen Wachstumskomponenten keinesfalls alle diejenigen Bestandteile des Organismus erschöpfen, deren Größenzunahme das Wachstum des ganzen Körpers zur Folge haben kann. Schaper erbringt den Beweis dafür, daß dieser



Forscher die hochwertige Bedeutung übersieht, welche den ungeformten Interzellulärsubstanzen in dieser Hinsicht zukommen, sowie daß er die prinzipielle Rolle des Wassers bei der Zunahme dieser Substanzen unberücksichtigt läßt. Auf Grund dieser Erwägungen unterscheidet Schaper vom Standpunkte der Lokalisation aus zweierlei Arten von Wachstum: ein intra- und ein interzelluläres. Mit dem Begriff des intrazellulären Wachstums umfaßt er alle diejenigen Prozesse, die zur Vergrößerung des organischen Ganzen der Zelle führen, während er das interzelluläre Wachstum als ein Resultat der Volumzunahme derjenigen Organismusbestandteile anspricht, die man gemeinlich unter dem Kollektivbegriff der Interzellulärsubstanzen zusammenfaßt und die entweder geformt oder ungeformt, fest oder flüssig sein können.

Schon die Untersuchung von mikroskopischen Serien, die von Embryonen vor ihrem Ausschlüpfen angefertigt wurden, beweist nach der Ansicht dieses Forschers, daß der größte Teil des in ihnen enthaltenen Wassers auf Rechnung der Höhlenflüssigkeit, bezw. der die interzellulären Zwischenräume ausfüllenden Flüssigkeit zu setzen ist. Mit fortschreitender Entwicklung wächst beträchtlich die Menge derselben. Diese Tatsache illustriert der Verfasser durch photographische Aufnahmen von Embryoschnitten, die in verschiedenen Zeitabständen nach der Befruchtung fixiert wurden. Der Mengenzuwachs dieser interzellulären Flüssigkeit kommt zur Geltung einerseits in der fortschreitenden Auflockerung des mesenchymatischen Gewebes, anderseits in der Vergrößerung der Kapazität der bereits bestehenden, sowie in der Bildung neuer Körperhöhlen.

Das intrazelluläre Wachstum als Folge von Wasseraufnahme tritt dagegen nach der Ansicht des Autors weniger deutlich zutage. Als besonders prägnante Beispiele führt er das Verhalten der Zellenelemente an, aus denen die Chorda dorsalis und das Knorpelgewebe besteht.

Auf Grund der obigen Ausführungen über die einschlägige Literatur würde sich also die Frage der Anteilnahme des Wassers an dem Wachstum der Tiere nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft folgendermaßen darstellen: Davenport's und Schaper's Untersuchungsergebnisse betonen in erster Linie die Wichtigkeit der Wasseraufnahmeprozesse für das Wachstum der tierischen Embryonen. Die Studien Schaper's über die Lokalisation des von den wachsenden Embryonen aufgenommenen Wassers bedeuten einen



weiteren Schritt auf diesem Gebiete und bilden eine sehr wichtige Berichtigung der Ansichten Davenport's, da darnach der Prozeß der Wasserzunahme im Organismus sich nicht nur auf die einzelnen Zellelemente, sondern auch auf die interzellulären Bestandteile des Organismus erstrecken soll. Endlich liefern die Arbeiten von Loeb, sowie die Ansichten anderer Forscher<sup>1)</sup> über den Mechanismus dieses Vorganges viele Anhaltspunkte zur Annahme, daß die Wasseraufnahme durch die im Wachstum begriffenen Embryonen auf osmotische Prozesse zurückzuführen ist.

Bei genauerer Sichtung der Resultate obiger Forschungen bemerkt man in der Bearbeitung des Problems des embryonalen Wachstums eine ganze Reihe empfindlicher Lücken. Was speziell die Embryonen der Amphibien anbelangt, so macht sich z. B. ein vollständiger Mangel an Untersuchungen über die Anfangsstadien der Entwicklung deutlich fühlbar, ferner ist nicht einmal in späteren Entwicklungsstadien die Geschwindigkeit des Wachstums untersucht worden, schließlich vermißt man genauer durchgeführte Versuche über den Einfluß äußerer Faktoren auf das Wachstum und die mit dieser Erscheinung verbundenen Wasseraufnahmeprozesse.

Diese Lücken wenigstens teilweise auszufüllen, habe ich mir zur Aufgabe gestellt. Überdies war ich in Anbetracht der verhältnismäßig großen Unzuverlässigkeit der bei der Untersuchung über das tierische Wachstum gebräuchlichen Methoden nach Kräften bemüht, möglichst genaue Methoden auszuarbeiten, die es ermöglichen würden, die sehr wünschenswerte Nachprüfung und Vervollständigung der bisherigen Untersuchungen vorzunehmen.

Somit bestand die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, welche unter der Leitung von Herrn Prof. Godlewski jun. ausgeführt wurde, zuerst darin, die von Davenport und Schaper angeregten Forschungen über die Bedeutung des Wassers als Wachstumskomponente des embryonalen Organismus auch auf die frühesten Entwicklungsstadien der Froschembryonen auszudehnen. Auf Grund der so erlangten Resultate traten wir an die für das Wachstumsproblem wichtige Frage der Bestimmung der Geschwindigkeit der

<sup>1)</sup> Vergl.: Herbsts (92, 93) Bemerkungen aus Anlaß seiner Untersuchungen über den Einfluß der Lithiumsalze auf die Echinidenentwicklung und Hamburger (02—04).

Wasseraufnahme in den wachsenden Embryonen heran. Diese Untersuchungen wurden bei konstanten normalen Entwicklungsbedingungen durchgeführt. Schließlich handelte es sich um die Feststellung des Einflusses der Temperatur auf das Wachstum und die damit verbundenen Wasseraufnahmeprozesse.

#### Untersuchungs-Methoden.

Meine Untersuchungen wurden an Embryonen von *Rana fusca* ausgeführt. Die Kulturen der Anfangsstadien der Entwicklung bis zur Beendigung der Gastrulation wurden sorgfältig in möglichst konstanten normalen Entwicklungsverhältnissen gehalten. Es ist dies von großer Wichtigkeit, besonders dann, wenn man der Frage des Wachstums auch in veränderten Verhältnissen nachgehen will.

Wie bekannt, wird das Wachstumstempo wesentlich von der Temperatur bedingt. Nun fällt die Periode der Eiablage bei der in Frage stehenden Froschart in die zweite Hälfte des März und die erste Hälfte April; gewöhnlich verläuft also die Entwicklung in der Natur bei einer Temperatur, welche unterhalb der gewöhnlichen Zimmertemperatur liegt. Aus diesem Anlaß ließen wir, wo nichts näheres darüber in der Experimentenbeschreibung angegeben ist, die Entwicklung bei einer niedrigeren Temperatur vor sich gehen; sie betrug bei allen die Anfangsstadien betreffenden Beobachtungen  $10^{\circ}$  bis  $10.5^{\circ}$  C.

Die besagte Temperatur erhielten wir mittels eines Thermostaten (Fig. 1.), welchen ein von einer Gasflamme erwärmter kalter Wasserstrom von der Wasserleitung passierte (*a, b*); die Größe der Flamme (*l*) wurde von einem Thermoregulator (*k*) kontrolliert, der die Temperatur innerhalb einer Grenze von  $0.5^{\circ}$  C erhielt.

Gleich nach Herausnahme der Eier aus dem Eierstock wurden sie in einer Schichte auf eine Glasplatte (*d*) gebracht und nach der Besamung bis zum Auftreten der ersten Furche in Wasser von Zimmertemperatur ( $16-20^{\circ}$  C) belassen. Gleichzeitig wurden die Gefäße, in denen die weitere Entwicklung stattfinden sollte (*e*), mit konstanten Mengen von Leitungswasser gefüllt und in Thermostaten aufgestellt. Nach Auftreten des Zweiblastomerenstadiums wurden die Eier gemessen, die unbefruchteten entfernt und die Glasplatten mit den anhaftenden Eiern in die erwähnten Gefäße mit Wasser, dessen Temperatur bereits  $10-10.5^{\circ}$  C betrug, gebracht.

Um die während der Entwicklung der Froschembryonen entstehende Kohlensäure zu beseitigen, die, wie bekannt (Godlewski 01), einen verzögernden Einfluß auf die Gestaltungsprozesse ausübt, wurde während der ganzen Dauer der Beobachtungen durch die Gefäße ein stetiger Strom reiner atmosphärischer Luft durchgeleitet.

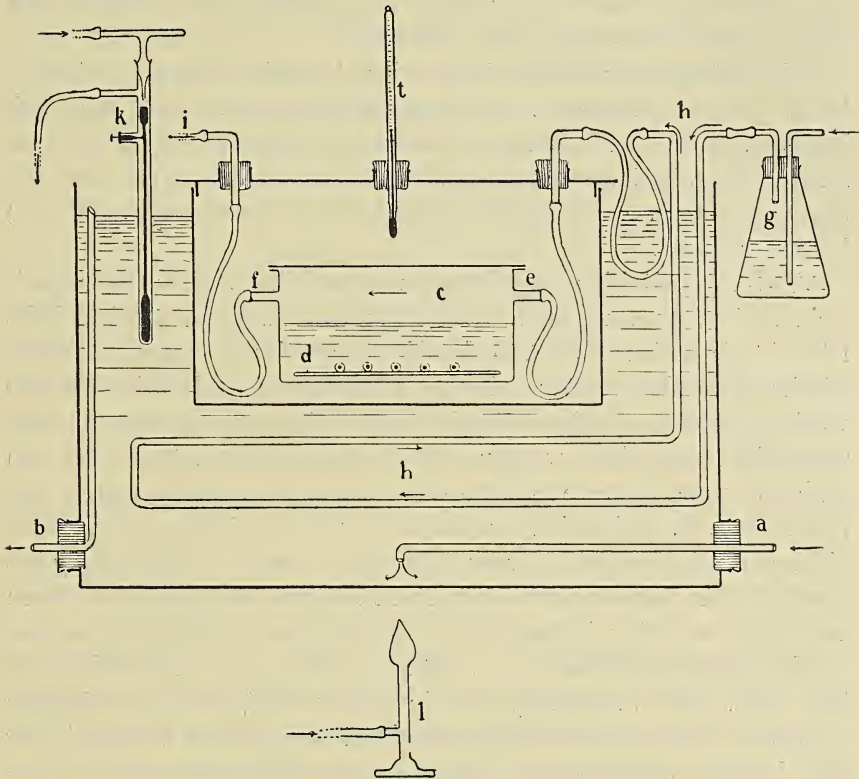


Fig. 1.

Zu diesem Zweck waren die Gefäße (c), die übrigens von gleichem Rauminhalt waren, mit zwei oberhalb des Wasserniveaus eingeschmolzenen Röhrchen (e, f) und mit einem gut zugeschliffenen Deckel versehen. Die durch einen Kaliapparat (g) streichende und dadurch von Kohlensäure befreite Luft passierte alsdann ein langes, im Kühlwasser des Thermostaten liegendes Rohr (h), wo sie sich auf die gewünschte Temperatur von  $10-10.5^{\circ}$  abkühlte. Von hier aus gelangte sie erst durch das eine Glasrohr in die Gefäße, in denen sich die in Entwicklung begriffenen Eier befanden, um schließlich



durch das zweite Glasröhrchen durch den Aspirator aufgesogen zu werden (*i*). Die Menge der durchgeleiteten Luft betrug zirka 10 Liter in 24 Std.

In den geschilderten Verhältnissen war die Entwicklung in höchstem Grade normal; ja, sie verlief in den einzelnen Kulturen so gleichmäßig, daß in gegebenem Augenblick alle Eier ein und dasselbe Entwicklungsstadium aufwiesen.

Mein Hauptaugenmerk richtete ich in meiner Arbeit auf möglichst genaue Messungen. Die Messungsmethoden, deren ich mich bediente, waren nicht immer einheitlich, mußte ich doch die speziellen Organisationsverhältnisse, die Form des Embryos und die damit verbundenen akzessorialen Gebilde (Dottermembran, Gallerte) berücksichtigen.

Von der Definition ausgehend, nach welcher als Wachstumskriterium die Volumenzunahme des Organismus angesehen wird, habe ich mir als meine erste Aufgabe die Ausarbeitung exakter volumetrischer Methoden gestellt. Die von Schaper (vergl. Seite 787 der vorlieg. Arbeit) in seiner Arbeit angewandte Methode muß als unzulänglich angesehen werden. Als Beweis dafür mögen die von Schaper (02, Tabelle S. 356—357) erhaltenen Zahlen gelten, aus denen es z. B. ersichtlich ist, daß die ersten drei Messungen keine Volumzunahme zeigten; ferner folgt auch aus der Vergleichung des Verlaufs der Kurven auf seiner Taf. XV, daß innerhalb der ersten 40 Tage der Entwicklung der Froschlarven die Volumenkurve oberhalb der Gewichtskurve verläuft, woraus sich der Schluß ziehen ließe, daß die Embryonen in dieser Periode ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser besitzen. Den letzten Umstand hebt der Forscher selber hervor, indem er die Fehlerquelle eben in der Methode der volumetrischen Messungen vermutet (S. 359). Um derartige Ungenauigkeiten zu vermeiden, benutzte ich andere, exaktere Methoden, mit deren Hilfe es überdies möglich war, auch die morphologischen Verhältnisse der zu untersuchenden Entwicklungsstadien zu berücksichtigen.

Wie bekannt, sind die Froscheier von einer Gallerthülle und einer Dottermembran umgeben (Schultze 87)<sup>1)</sup>, welche dem ei-

<sup>1)</sup> Vergl. die Diskussion über die Terminologie der Eimembranen der Amphibien: R. Hertwig im Handbuch d. vergl. u. experiment. Entwicklungslehre der Wirbeltiere, herausgeb. von O. Hertwig. 1906. Bd. I. S. 311.

gentlichen embryonalen Körper sehr fest anhaftet, so daß in den ersten Entwicklungsstadien diese Verbindung durch mechanische Mittel nicht zu lösen ist. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten bei der Befreiung der Eier von der Membran und Gallerte, ohne die Eier selbst zu beschädigen, bedienten wir uns der Methode der mikrometrischen Messungen. In diesen Anfangsstadien besitzt der Embryo bekanntlich eine sphärische oder ellipsoide Gestalt; sein Volumen läßt sich also bequem aus dem Durchmesser der Kugel oder aus den Längen der Ellipsenachsen berechnen.

Mit Hilfe eines Schraubenmikrometerokulars (Zeiss), welches die mit einem gewöhnlichen Mikrometerokular vorgenommenen Messungen bei weitem an Genauigkeit übertrifft, wurden zwei aufeinander senkrecht stehende, in der Ebene der Äquatorialkonturen gelegene Achsen der Eier, resp. der Embryonen gemessen. Während der Messungen befanden sich die Eier in flachen, mit einer konstanten Menge von Wasser gefüllten Glasgefäßen. Waren die gemessenen Achsen von gleicher Länge, so berechnete ich das Eivolumen nach der Formel für den Kugelinhalt; war es nicht der Fall, so legte ich, falls die Gestalt des Embryos von der eines Ellipsoids nicht allzu erheblich abwich, der Berechnung die Formel:  $\frac{4}{3} \pi a^2 b$  zugrunde, wobei  $a$  und  $b$  die äquatorialen Halbachsen bedeuten; die dritte Halbachse, welche durch den Pol des Eies ging und auf den beiden ersteren senkrecht stand, nahm ich als der kleineren Äquatorialhalbachse gleich an. Waren die Größenunterschiede der Äquatorialhalbachsen ziemlich bedeutend, so wurden die betreffenden Eier von den Messungen überhaupt ausgeschlossen.

In den späteren Entwicklungsstadien ist die Anwendung der mikrometrischen Methode mit Rücksicht auf die Formänderung des Embryos ausgeschlossen. Die sphärische, resp. ellipsoide Form des Embryos verschwindet, während anstatt ihrer bereits im Neurulastadium Formen zur Bildung gelangen, welche mikrometrische Volumenmessungen unmöglich machen. Leider lassen sich noch in dieser Zeit die Embryonen von ihren Dottermembranen nicht befreien, so daß ich gezwungen war, in dieser Entwicklungsperiode von den volumetrischen Messungen abzusehen.

Doch bereits 3—4 Tage vor dem Ausschlüpfen kann man die Eihüllen von den Embryonen ablösen. Seit diesem Zeitpunkte bediente ich mich einer abweichenden Methode, indem ich das Volu-

men aus dem Verhältnis der Masse der lebenden Embryonen zu ihrem spezifischen Gewicht bestimmte.

Um die Masse festzustellen, befreite ich eine bestimmte Anzahl von Embryonen auf's sorgfältigste von der anhaftenden Dottermembran und der Gallerthülle, brachte sie in einen Tiegel und sog mittels einer Kapillarpipette alles ihrer Oberfläche adhärierende Wasser ab; alsdann wog ich den Tiegel mitsamt den Embryonen und bestimmte nach Abzug des Tiegelgewichtes von dem Gesamtgewichte die Masse der gewogenen Embryonen.

Das spezifische Gewicht stellte ich mittels der von Lyon (07) angegebenen Methode fest. Zu diesem Zwecke bereitete ich mir vor allem eine Lösung von Gummi arabicum, dessen spez. Gewicht ich mit dem Pyknometer bestimmte<sup>1)</sup>. Alsdann wurden 5 ccm dieser Stammlösung in ein Reagensglas gegossen und dann 10 lebende, von dem anhaftenden Wasser sorgfältig befreite Embryonen hineingetan. Das Reagensglas wurde an einer Handzentrifuge befestigt und während einer bestimmten Zeit mit konstanter Geschwindigkeit rotiert. Blieben die Embryonen nach beendigter Rotierung an der Oberfläche der Gummilösung, so wurde diese mit 0.5 ccm dest. Wasser verdünnt, die Lösung gut umgerührt und das Ganze nochmals rotiert. Diese Prozedur wurde so lange wiederholt, bis nach dem Zentrifugieren die Hälfte der Embryonen auf den Boden des Reagensgläschens untersank. Aus dem Grade der Verdünnung der Stammgummilösung berechnete ich nunmehr ihr augenblickliches spez. Gewicht, welches ich als gleichwertig mit dem spez. Gewicht der untersuchten Embryonen annehmen mußte.

Die Genauigkeit dieser Methode der Bestimmung des spez. Gewichtes kann man auf die Weise erhöhen, daß man sich eine möglichst große Anzahl von verdünnten Gummiarabicum-Lösungen von verschiedener Dichtigkeit herstellt. Je kleiner die Differenzen sind, desto größer wird offensichtlich die Genauigkeit in der Bestimmung des spezifischen Gewichtes sein müssen.

Da nach den Arbeiten Davenport's (97) und Schapers (02), wie bekannt, bei der Volumenzunahme der Zuwachs der Wassermenge eine wesentliche Rolle spielt, so war es zwecks Feststellung dieser Menge unbedingt notwendig, die Menge der Trockensubstanz im Embryo zu bestimmen, um nach Abzug derselben vom Gesamt-

<sup>1)</sup> Das spez. Gewicht der Stammlösung betrug 1.11.



gewicht den Wassergehalt des Embryos zu erhalten. Hierbei bediente ich mich der gravimetrischen Methode. Die oben erwähnten Schwierigkeiten bei der Ausschälung der Eier aus ihren Hüllen spielen selbstverständlich auch eine gewisse Rolle bei der Bestimmung der Trockensubstanz. Da es in den ersten Entwicklungsstadien, wie oben erwähnt, unmöglich ist, die Eier, resp. die Embryonen, ohne sie selbst zu verletzen, von der Dottermembran zu befreien, so begnügten wir uns damit, nur die Gallerthülle zu entfernen. Der Fehler in der Bestimmung der Trockensubstanz im eigentlichen embryonalen Körper, welcher durch das Belassen der Dottermembran und der noch anhaftenden Gallertresten bedingt wird, ist in Anbetracht des in denselben enthaltenen großen Wassergehalts ganz unbedeutend. Um den Fehler, der aus der unvollständigen Befreiung der Eier von den sie umgebenden Gallerthüllen resultiert, nach Möglichkeit zu reduzieren, wurden dieselben einige Stunden vor der Ausschälung in destilliertes Wasser gelegt. Durch die starke Quellung auf Kosten des imbibierten Wassers verliert die Gallerte die ihr eigentümliche Klebrigkeit, wodurch ihre Loslösung von der Oberfläche der Dottermembran sich viel leichter vornehmen läßt; andererseits verringert sich infolge der starken Verdünnung<sup>1)</sup> der in der Gallerte enthaltenen festen Substanzen die Menge der Trockenmasse der Gallertenreste. Das Trocknen geschah im Exsikkator bei einer Temperatur von 50—60° C in Gegenwart von Chlorkalzium. Die Gewichtsbestimmung der Trockensubstanz braucht nicht näher erläutert zu werden.

Es bleibt uns noch übrig, eine Methode zu besprechen. Bekanntlich enthält der Embryokörper in den Anfangsstadien seiner Entwicklung neben den zellulär organisierten Massen auch Zwischenräume, die durch Zellenelemente nicht ausgefüllt werden; diese Hohlräume sind entweder dicht umgrenzt und stehen somit in keiner Verbindung mit der Außenwelt, oder sie haben eine direkte

<sup>1)</sup> Eine Anzahl von mir angestellter Versuche ergibt, daß die ein Froschei umgebende Gallerte, wenn sie gleich nach dessen Herausnahme aus dem Eierstock in destilliertes Wasser getaucht wird, während der Zeitdauer der ersten 3 Stunden gegen 200 mg Wasser imbibiert, indem sie während derselben Zeitdauer vom Leitungswasser nur etwa 70 mg aufsaugt. Bedenkt man nun, daß die Eier mit samt der Gallerte und der Dottermembran unmittelbar nach ihrem Herausnehmen aus dem Eierstock nur gegen 6 mg wiegen, so wird daraus ersichtlich, wie groß die aufgenommene Wassermenge ist.

Verbindung mit derselben, wie z. B. die Gastrulaböhle. Hat man nun mit Hilfe der oben beschriebenen Methoden eine allgemeine Volumenzunahme des Organismus festgestellt, so drängt sich sofort die Frage auf, ob diese Zunahme eine Folge des Wachstums der zellulär organisierten Substanz ist, oder ob nur eine Vergrößerung des Volumens der erwähnten Hohlräume stattgefunden hat.

Um diese Frage für die erste Entwicklungsperiode, d. h. für den Furchungsprozeß zu beantworten, war es nötig, zuerst das Volumen des Blastocoels und der Zellenmasse im Blastulastadium zu ermitteln; erst aus der Vergleichung mit dem Volumen des unfurchten Eis lassen sich Schlußfolgerungen auf die Volumenveränderungen der einzelnen Bestandteile des Organismus ziehen.

Um das Volumen der gesamten Zellenmasse im Blastulastadium bestimmen zu können, genügt es, das Volumen des Embryos in diesem Stadium sowie das quantitative Verhältnis zwischen dem Volumen der Zellulärsubstanzmasse und demjenigen des Blastocoels zu kennen.

Das Volumen des lebenden Embryos wurde auf Grund von mikrometrischen Messungen festgestellt.

Die Bestimmung des Verhältnisses zwischen dem Volumen des Blastocoels und dem der Zellensubstanzmasse war nur an der Hand fixierten Materials möglich. Hierbei bedienten wir uns der Methode der plastischen Rekonstruktion in Wachs, wobei wir selbstredend bei der Vergrößerung des Blastulavolumens das gegenseitige Verhältnis aller drei Dimensionen beizubehalten bemüht waren. Statt jedoch das Volumen der auf diese Weise vergrößerten Blastula zu messen, bestimmten wir vielmehr das Gewicht des für die Rekonstruktion der zellulären Substanz verwendeten Wachses, sowie das Gewicht desjenigen, welches dem Rauminhalt des Blastocoels entsprach. Dieses Verfahren ist insofern berechtigt, als die Massen homogener und qualitativ gleichartiger Körper sich zueinander wie ihre Volumina verhalten.

Die zur Rekonstruktion bestimmten Blastulae wurden in Péreny'scher Flüssigkeit fixiert und der Reihe nach mit Alkohol von allmählich <sup>1)</sup> wachsendem Prozentgehalt, alsdann mit Terpentin

<sup>1)</sup> Obiges Verfahren sichert die Erhaltung einer vollständig normalen Gestalt des Embryos; ein äußerst wichtiges Moment ist dabei das Behandeln der Objekte mit Alkohol von 50°, 60° und 70°.



behandelt, um schließlich in Paraffin eingeschmolzen und mikrotomisch geschnitten zu werden. Die Schnitte besaßen eine Dicke von  $10\ \mu$ .

## **I. Das Wachstum der Froschembryonen unter konstanten und normalen äußeren Bedingungen.**

In der Einleitung habe ich den Umstand hervorgehoben, daß in den bisherigen Arbeiten die Wachstumsverhältnisse der in den erten Entwicklungsstadien befindlichen Embryonen nicht untersucht worden sind. Ich habe erwähnt, daß sowohl Davenport (97), wie auch Schaper (02) in ihren Untersuchungen ausschließlich die späteren Stadien berücksichtigt haben, in denen die Embryonen die sie umgebenden Hüllen bereits verlassen hatten, oder in denen sie wenigstens von denselben leicht befreit werden konnten. Die im vorhergehenden Abschnitt geschilderten Methoden haben es mir ermöglicht, auch die frühesten Entwicklungsperioden in den Bereich meiner Untersuchungen einzubeziehen. Von der Befruchtung an bis zum Gastrulastadium wurden die Messungen nach der oben beschriebenen mikrometrischen Methode durchgeführt.

### **1. Das Volumen der Eier von der Besamung bis zum Zweiblastomerenstadium.**

Die Froscheier wurden nach ihrer Herausnahme aus dem Eierstock des unmittelbar vorher getöteten Froschweibchens in ein flaches Glasgefäß gebracht, in welchem auch später alle Messungen vorgenommen wurden. 3—5 Minuten nach Besamung der Eier wurden die Gefäße mit einer konstanten Menge von Leitungswasser, welches während der ganzen Dauer der Beobachtung die Zimmertemperatur besaß, gefüllt. Die Messungen wurden unter Beibehaltung der Reihenfolge der nacheinander gemessenen Eier ausgeführt, so daß die in der unten stehenden Tabelle I in den einzelnen Kolonnen angegebenen Zahlen sich stets auf ein und dieselben Eier beziehen. Die Zahlen bezeichnen die durchschnittlichen Längen zweier Äquatorialachsen des Eis, ausgedrückt in relativen Einheiten. Infolge der Undurchsichtigkeit der Gallerthülle, die sich in den ersten Minuten nach dem Eintauchen der Eier in Wasser noch störend bemerkbar machte, konnten die ersten Messungen erst nach Verlauf von 20—25 Min. nach der Besamung vorgenommen werden; in dieser Zeit wird nämlich die Gallerte soweit durchsichtig,



TABELLE I.

Zeit nach der Besamung	Durchschnittliche Größe zweier Äquatorialachsen der Eier				
	1.	2.	3.	4.	5.
20'	405	391	389		365
50'				390	
1 h 10'				394	367
1 h 20'	409	395	402	398	369
1 h 40'	412	390	394		373
1 h 50'				388	
2 h	407	391	401		365
2 h 10'	417	402	402	400	
Beim Auf- treten der I. Furche	422	406	413	403	384

daß die Umrisse der Eier deutlich sichtbar werden. Die weiteren Messungen wurden in verschiedenen Intervallen (10—30 Minuten), die letzte nach Eintritt des Zweiblastomerenstadiums ausgeführt.

Vergleichen wir in dieser Tabelle die zu den einzelnen Eiern zugehörigen Zahlen, so finden wir, daß die Äquatorialachsen aller Eier in der ersten Stunde nach der Besamung in stetem Wachstum begriffen sind. Nach Verlauf von 1 Std. 20 Min. bis 2 Std. findet überall eine Verkürzung der Achsenlängen statt, worauf die folgenden Messungen wiederum eine Längenzunahme feststellen, welche nunmehr bis zum Auftreten der ersten Furche dauernd anhält.

Der Augenblick der Achsenverkürzung ist bei den verschiedenen von uns untersuchten Eiern nicht absolut konstant. Aus der Tabelle ersehen wir jedoch, daß trotz der individuellen Schwankungen in bezug auf den Zeitpunkt des Eintretens der Achsenverkürzung diese Reduktion bei allen beobachteten Eiern jedenfalls innerhalb der zweiten Stunde nach der Besamung stattfindet. Wie aus Literaturangaben bekannt ist, findet in diesem Zeitraume die Abplattung der Eier in der Gegend des animalen Pols statt. Unsere Beobachtungen haben diese Tatsache bestätigt und überdies gezeigt, daß die Achsenverkürzung gerade in der Zeit eintritt, wo infolge der Abplattung der Pigmenthemisphäre die Vertikalachse des Eies gleichfalls eine Reduktion erfährt.

Sobald diese Abplattung stattgefunden hat, war es nicht mehr möglich, das Eivolumen aus der Länge der Äquatorialachsen zu berechnen. Da jedoch diese Erscheinung erst im Verlauf der zweiten Stunde nach der Besamung eintritt, dagegen schon innerhalb der dritten Stunde, noch vor der ersten Teilung, fast vollständig zurückgeht, so können wir aus dem Verhalten der drei Achsen Rückschlüsse auf die Änderungen in den Volumverhältnissen des Eies ziehen.

Auf Grund dieser Beobachtungen können wir das Längenwachstum der Äquatorialachsen während der ersten Stunde als Ausdruck der konstanten Volumenzunahme des Eis betrachten. Im Laufe der zweiten Stunde nach der Besamung nimmt das Volumen des Eies ab, was durch die gleichzeitige Reduktion aller drei Achsen bewiesen wird. Da unsere, in kurzen Zeitintervallen vorgenommenen Messungen keine aufeinander folgenden Phasen dieser negativen Volumänderungen der Eier aufweisen, so können wir annehmen, daß diese Erscheinung ziemlich rasch eintritt und daß es der bei anderen Eiern nach ihrer Befruchtung beobachteten Kontraktion (vergl. auch O. Schultze 87) analog ist. Das Resultat dieser mit einer gleichzeitigen Volumenabnahme verbundenen Kontraktion ist die Abscheidung einer Flüssigkeit aus dem Ei in den von der Dottermembran begrenzten Raum; es ist dies das sog. Perivitellin.

Die Tatsache der Abscheidung des Perivitellins durch das Ei bringen einige Forscher in ursächliche Verbindung mit den Reifungsprozessen, indem sie annehmen, daß das Perivitellin der karyoplasmatischen Flüssigkeit des unreifen Eis, die während des Reifens nach außen abgeschieden wird, entspricht. Indes wurde die Abplattung nach der Befruchtung auch bei solchen Eiern beobachtet, die ihre Reifungsprozesse noch vor Eindringen des Samenfadens durchmachen. Bei den Echiniden, die in dieser Hinsicht häufig als Untersuchungsobjekt gedient haben [vergl. Herbst (93a), Loeb (04, 06 a)], zeigt sich diese Abplattung, die an verschiedenen Stellen der Eioberfläche auftritt, bereits wenige Minuten nach dem Eindringen des Samenfadens „und besteht“ — nach Loeb — „in dem Auspressen... von wässriger Flüssigkeit durch das Protoplasma, wodurch die feste Oberflächenlamelle, womit das Ei umgeben ist... in die Höhe gehoben wird“ (04, S. 261).

Anhangsweise habe ich noch einige Versuche an Echinideneiern



vor und nach Ablösung der Dottermembran ausgeführt; diese Versuche beweisen, daß der Prozeß der Membranbildung von einer geringen Reduktion des Eivolumens, ähnlich wie bei der Abscheidung des Perivitellins<sup>1)</sup> durch die Froscheier, begleitet wird.

Diese Tatsachen scheinen dafür zu sprechen, daß man den Prozeß der Perivitellinbildung bei den Froscheiern als analog mit der Abscheidung der quellenden Gallertsubstanz durch die Echinideneier, welche die Ablösung der Dottermembran von der Eioberfläche verursacht, betrachten kann.

Wir wollen hier die Frage der physiologischen Bedeutung der Perivitellinausscheidung — nach Loe b (06 a) eine der wesentlichsten Phasen des Befruchtungsprozesses<sup>2)</sup> — unberücksichtigt lassen; für das Verständnis der weiteren Ausführungen der vorliegenden Arbeit genügt vorläufig die Feststellung der Tatsache, daß die Perivitellinausscheidung bei Echiniden mit der Volumänderung des Eis während des Befruchtungsprozesses aufs engste verknüpft ist.

Nun drängt sich uns aber die Frage auf, ob die in der obigen Tabelle verzeichneten Volumenänderungen der Froscheier tatsächlich mit denjenigen Änderungen zusammenhängen, die sich in dem Ei als Folge der Befruchtung abspielen. Um diese Frage zu beantwor-

<sup>1)</sup> Die Messungen wurden in der Weise ausgeführt, daß ich eine bestimmte Anzahl unbefruchteter Eier von *Strongylocentrotus lividus* mit einer konstanten Menge von Meerwasser mit einem Deckgläschen bedeckte und sofort nach vorgenommener Messung zweier aufeinander stehenden Durchmesser irgendeines beliebigen Eies den Rand des Deckgläschens mit einem Spermatropfen benetzte. Sobald ein Samenfaden in das vorher gemessene Ei eingedrungen war und dieses seine Dottermembran vollständig entwickelt hatte, wurde die Messung wiederholt. Die unten angegebenen Ziffern drücken die durchschnittliche Länge der Eiachsen in Teilstrichen des Okularmikrometers aus.

1. Laufende Nr. der Eier:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
2. Das unbefruchtete Ei:	237	261	252	231	294	313	257	239	232	295
3. Das befruchtete Ei nach vollständiger Abhebung der Dottermembran:	225	249	226	230	292	295	249	238	228	291

Wie wir sehen, ist bei allen Eiern nach der Abscheidung der Dottermembran eine Volumverminderung eingetreten. Diese Erscheinung steht im Widerspruch mit den Ansichten von Herbst (93), welcher folgendes behauptet: „Eine Kontraktion ist also... normalerweise nicht wahrnehmbar; nur da, wo sich die Eihaut abzuheben beginnt, erleidet der Dotter eine geringfügige Abplattung“.

<sup>2)</sup> Vergl. auch die von Bataillon (01, S. 644—5; 04, S. 33) darüber ausgesprochenen Vermutungen.



ten, habe ich den Versuch in der Weise eingerichtet, daß ich demselben Weibchen entnommene Eier unter gleichartigen äußeren Bedingungen ins Wasser legte; die eine Portion war besamt, die andere enthielt unbesamte Eier. Die beigegebene Tabelle II veranschaulicht die Resultate der Versuche.

TABELLE II.

Zeit seit Beginn des Versuchs	Durchschnittl. Größe zweier Äquatorialachsen der Eier	
	besamte	unbesamte
20'	408	405
1 h	413	419
2 h	411	424
3 h	417	428
4 h	420	432

Die in dieser Tabelle verzeichneten Zahlen drücken die Durchschnittslänge zweier Äquatorialachsen des Eis in relativen Einheiten aus. Vergleicht man die in den beiden Kolonnen dieser Tabelle stehenden Zahlen, so sieht man sofort, daß sich im befruchteten Ei nach Verlauf von zwei Stunden — vom Beginn des Versuches an gerechnet — die oben erwähnte Achsenverkürzung bemerkbar macht, während indessen Eier, bei denen keine Befruchtung stattgefunden hat und die bekanntlich noch mehrere Stunden lang im Wasser leben können, ununterbrochen eine stetige Volumenzunahme aufweisen. So läßt sich aus diesem Versuche der sichere Schluß ziehen, daß die im Verlauf der zweiten Stunde nach der Besamung stattfindende Volumenabnahme mit Änderungen, die sich im befruchteten Ei abspielen, tatsächlich im engsten Zusammenhang stehen.

Bei der Erörterung dieser ganzen Erscheinung müssen wir speziell die Tatsache hervorheben, daß die Volumenreduktion des Eis nach seiner Befruchtung und die Abscheidung des Perivitellins durch dasselbe gleichzeitig stattfinden. Angesichts dieser Tatsache ist es höchst wahrscheinlich, daß diese Volumenabnahme eine unmittelbare Folge davon ist, daß sich das Ei einer gewissen Menge von Substanzen, aus denen das Perivitellin besteht, entledigt.

Aus derselben Tabelle ist weiter ersichtlich, daß im befruchteten Ei nach erfolgter Perivitellinausscheidung die Geschwindigkeit der Volumenzunahme bedeutend geringer ist als in einer unbefruchteten Eizelle. Wir werden noch weiter Gelegenheit haben festzustellen, daß diese Volumenvergrößerung des Eies mit den Prozessen der Wasseraufnahme seitens des sich entwickelnden Eis auf innigste zusammenhängt. Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß diese Abnahme der Geschwindigkeit der Wasserresorption nach stattgehabter Befruchtung nicht nur durch den Prozeß der Perivitellinabscheidung selbst begründet ist, sondern daß auch andere die Befruchtung mitbegleitenden Umstände dazu beitragen. Es könnten hier nämlich entweder Änderungen im osmotischen Druck innerhalb des Eis, oder in der Elastizität der peripheren Plasmanschicht oder endlich in dem Grade der Wasserpermeabilität des Protoplasmas in Betracht kommen. Trotzdem jedoch alle diese Umstände die Intensität der Wasseraufnahme beeinflussen können, so scheinen doch andere Tatsachen für die große Wichtigkeit des Perivitellins in dieser Hinsicht zu sprechen.

Und so zeigt auch die unmittelbare Beobachtung, daß der anfänglich von Perivitellin ausgefüllte Raum bei fortschreitendem Wachstum der Embryonen sich allmählich vergrößert, so daß der Inhalt der Dottermembran im Augenblick des Ausschlüpfens der Embryonen um ein Mehrfaches größer ist als der ursprüngliche Inhalt. In dieser Zeit bildet die Dottermembran ein Bläschen mit scharf elastisch gespannten Wänden. Die Erscheinung der Volumenvergrößerung dieses Bläschens infolge von Wasseraufnahme wird leicht verständlich, wenn wir annehmen, daß die Froschembryonen in ihrem Organismus osmotisch wirksame Substanzen, für welche die Dottermembran undurchlässig ist, beständig produzieren und ausscheiden. So würden also die Prozesse der Perivitellinbildung nach der Befruchtung der Froscheier den Beginn der Produktion und Ausscheidung solcher Substanzen darstellen, deren Aufgabe in der Bildung eines Raumes von gesteigertem osmotischem Druck innerhalb der Dottermembran besteht <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Auf das Vorhandensein solcher Differenzen im osmotischen Druck führt Schaper (02, S. 374) die Steigerung der Intensität der Wasseraufnahme zurück, die sich bei Froschembryonen nach ihrem Ausschlüpfen zeigt.

<sup>2)</sup> Nachdem diese Arbeit bereits in der Sitzung vom 6. Juli der Krakauer Aka-



## 2. Volumenänderungen während der Furchungs- und Gastrulationsprozesse.

Aus den in Tab. I. auf Seite 798 angegebenen Zahlen ersehen wir, daß das Volumen des Embryos im Stadium zweier Blastomeren bereits eine Zunahme aufweist. Die vorübergehende Volumenabnahme, die wir nach der Befruchtung beobachtet haben, hat sich schon vollständig ausgeglichen, und das Volumen aller untersuchten

demie der Wissenschaften vorgelegt worden, ist eine Abhandlung von Prof. Jaques Loeb unter dem Titel: „Über die osmotischen Eigenschaften und die Entstehung der Befruchtungsmembran beim Seeigel“ (Arch. f. Entw.-Mechanik. 1908. Bd. 26. Hft. 1. ausgegeben am 24. Juli) veröffentlicht worden. In dieser Arbeit, die für das oben erörterte Problem von großer Bedeutung ist, gibt der zitierte Autor Beweisgründe dafür an, daß die Dottermembran der Echiniden für Meerwasser (und somit auch für die darin gelösten Salze) vollkommen durchlässig ist, undurchlässig dagegen für kolloidale Substanzen (Ochsen-, Schweins-, Kaninchen-serum, Hühnereiweiß). Diese Tatsache, sowie der Umstand, daß sich die Dottermembran nach ihrer Abstoßung seitens des Eis im Spannungszustande befindet, bringen Loeb auf Vermutungen über die osmotischen Eigenschaften der perivitellinaren Flüssigkeit. Diesen Gedanken, der sich auch mit unseren oben dargestellten Schlußfolgerungen vollkommen deckt, drückt unser Autor in folgenden Worten aus (S. 84): „Da nun die Versuche... beweisen, daß die Befruchtungsmembran... für Seewasser leicht durchgängig ist, so muß im Membranraum ein osmotischer Überdruck herrschen, welcher der Spannung der Membran das Gleichgewicht hält. Diesen Überdruck muß eine, aus dem Ei stammende, vermutlich kolloidale Substanz liefern, welche im Membranraum enthalten ist und welche nicht imstande ist, durch die Membran zu diffundieren“. „Um eine Membranbildung hervorzurufen, ist es nur nötig, daß das Ei eine Spur einer kolloidalen Substanz, die im Seewasser löslich ist, ausscheidet“.

Die von dem Autor mit Hilfe eines Zeichenapparats vorgenommenen Durchmessermessungen haben keine Volumenänderung, die den Prozeß der Abscheidung dieser kolloidalen Substanz seitens des Eis begleitet hätten, erwiesen. Dieser Unterschied im Vergleich mit den Resultaten meiner Messungen scheint aus der Verschiedenheit der Messungsmethoden hervorzugehen. Mit vollem Recht sieht Loeb eine Möglichkeit der Volumenreduktion voraus, indem er sagt (S. 85): „... auf jeden Fall muß die Volumabnahme bei der Membranbildung gering sein im Vergleich mit der Masse der im Membranraum enthaltenen Flüssigkeit“. Meine nach einer genaueren Methode ausgeführten Messungen zeigen eben diese „geringe Volumenabnahme“. Die von dem Ei abgeschiedenen Substanzen stellen nur das Anfangsstadium der Bildung des Perivitellinraumes dar und es muß in Übereinstimmung mit Loeb angenommen werden, daß der Rest auf Kosten des von außen aufgenommenen Wassers geht.

Außerdem habe ich oben die Vermutung ausgesprochen, daß der Prozeß der Perivitellinabscheidung nach dem Eindringen des Samenfadens nur den Anstoß für die Produktion von osmotisch aktiven Substanzen bildet und daß diese Produktion



Eier war sogar über das Volumen, welches vor dem Auftreten der besagten Reduktion festgestellt wurde, gestiegen.

Die folgenden Messungen habe ich nach Beendigung des Furchungsprozesses angestellt. Als Endstadium der Furchung betrachtete ich den Moment, wo an der Blastula an der Grenze der Pigmenthemisphäre die erste Spur einer wahrnehmbaren Einstülpung sich zu zeigen beginnt, durch welche der Beginn des Gastrulationsprozesses charakterisiert wird. Die weiteren Messungen habe ich im Gastrulastadium vorgenommen. Die Gastrulae wurden zu einem Zeitpunkt gemessen, in welchem die Dorsallippe noch nicht völlig geschlossen, wo jedoch der dunkle Streifen, welcher kreisförmig den hellen Dotterpfropf umschließt, deutlich sichtbar ist. Um möglichst genau den Augenblick des Eintretens obiger Stadien zu fixieren, nahm ich sehr häufig eine Kontrolle vor, indem ich die Glasplatten mit den ihnen anhaftenden Eiern aus dem Thermostaten schnell herausnahm.

Nachdem der Zeitpunkt des Eintritts der betreffenden Stadien notiert war, ging ich an die Vornahme der mikrometrischen Messungen, welche in der oben bereits geschilderten Weise ausgeführt wurden. Die in Mikrometereinheiten ausgedrückten Längen der Äquatorialachsen wurden vor allem in Millimeter umgerechnet. Nach Berechnung der Volumina aller gemessenen Eier zog ich dann aus den gegebenen Zahlen den Mittelwert für das Volumen eines einzelnen Eies für alle Stadien, in denen die Messungen vorgenommen wurden, d. h. für die Stadien zweier Blastomeren, der Blastula und der Gastrula. Aus der Differenz der Durchschnittsvolumina in diesen Stadien berechnete ich schließlich den mittleren Zuwachs eines Eies während der Furchung und der Gastrulation.

Die Resultate, welche das Wachstum der Froschembryonen während der Dauer dieser Bildungsprozesse veranschaulichen, sind in den unterstehenden Tabellen verzeichnet.

Tab. III zeigt den Volumenzuwachs während der Furchung,

während der ganzen Zeit der Entwicklung der Froschembryonen innerhalb der Membranen anhält. Zur Erläuterung muß ich hinzufügen, daß ich die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen halte — und in der Tat scheinen viele Umstände dafür zu sprechen — daß die von dem Ei während der Befruchtung abgeschiedenen osmotischen Substanzen sich in chemischer Hinsicht von denjenigen unterscheiden, die sich während der weiteren Entwicklung der Embryonen innerhalb der Dottermembran bilden.

d. h. vom Stadium zweier Blastomeren ab bis zum Erscheinen der ersten Spuren der Gastrulaeinstülpung. Sie enthält die Resultate von 5 Serien von Messungen, die an den Eiern von ebenso vielen Weibchen ausgeführt wurden. Im ganzen wurden 105 Eier gemessen. Wenn wir die in dieser Tabelle verzeichneten mittleren Zuwachsgrößen von Eiern, die verschiedenen Weibchen entnommen

TABELLE III.

Laufende Nr. des Weibchens	Anzahl der gemessenen Eier	Durchschnittl. Volumen eines Eies im Zweiblastomerenstadium	Durchschnittl. Volumen der Blastula	Durchschnittl. Volumenzuwachs eines Eies während d. Furchung	Zuwachs in bezug auf das Keimvolumen in Zweiblastomerenstadium	Zeit der Furchungsdauer	Volumenzuwachs von 1000 Eiern während einer Stunde
		cmm	cmm	cmm	‰		cmm
1.	38	2.82	3.19	0.37	13.1	50 h	7.40
2.	15	2.63	2.99	0.36	13.6	50 h	7.20
3.	14	2.56	2.95	0.39	15.2	43 h 30'	8.96
4.	20	3.12	3.51	0.39	12.5	42 h 30'	9.17
5.	18	3.60	3.92	0.32	8.8	42 h	7.61

waren, miteinander vergleichen, so sehen wir, daß diese Zuwachsgrößen verhältnismäßig ziemlich konstant sind; die hier vorkommenden Schwankungen liegen nämlich innerhalb ziemlich enger Grenzen.

Die in der folgenden Tabelle IV angeführten Resultate von 4 Serien von Messungen beziehen sich auf Eier, die bereits vorher im Furchungsstadium gemessen waren. Der Zuwachs wurde aus der Differenz zwischen dem Durchschnittsvolumen der Eier am Anfang und am Ende der Gastrulation berechnet. Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß die Unterschiede in den Zuwachsgrößen während der Gastrulation gleichfalls unbedeutend, wenn auch verhältnismäßig größer sind, als während des Furchungsprozesses.

Abgesehen von den Ungenauigkeiten, die in der Berechnung des Volumens aus der Länge der Äquatorialachsen der Eier sowie der unvollkommenen Stabilität der äußeren Entwicklungsbedingungen begründet sind, muß die Ursache dieser Schwankungen unserer

Ansicht nach in der individuell verschiedenartigen Natur der Eier selbst gesucht werden. Trotz alledem aber ist die Größe dieser Schwankungen relativ unbedeutend, so daß der Volumenzuwachs des Embryos während der Dauer der betreffenden Gestaltungsprozesse als eine innerhalb ziemlich enger Grenzen konstante Größe angesehen werden kann.

TABELLE IV.

Laufende Nr. des Weibchens	Anzahl der gemessenen Eier	Durchschnittl. Volumen eines Eies im Blastulastadium	Durchschnittl. Volumen eines Eies im Gastrulastadium	Durchschnittl. Volumenzuwachs eines Eies während der Gastrulation	Zuwachs in bezug auf das Keimvolumen in Zweiblastomerenstadium	Zeit der Gastrulationsdauer	Volumenzuwachs von 1000 Eiern in einer Stunde
		cmm	cmm	cmm	‰		cmm
1.	38	3.19	3.44	0.25	8.8	23 h 30'	10.63
2.	15	2.99	3.24	0.25	9.5	22 h	11.36
4.	20	3.51	3.70	0.19	6.0	12 h 30'	15.20
5.	18	3.92	4.14	0.22	6.1	16 h	13.75

In den oben besprochenen Tabellen habe ich auch die Zeit angegeben, während welcher in den einzelnen Beobachtungen die Furchungs- und Gastrulationsprozesse verliefen. Ähnlich wie in den Zuwachsgrößen treten auch in der Dauer dieser Prozesse Schwankungen auf, welche ebenfalls in den inneren, im Ei selbst gegebenen Bedingungen begründet zu sein scheinen. Wir haben die Beobachtung gemacht, daß die in der Mitte der Laichperiode befruchteten Eier sich verhältnismäßig am schnellsten entwickeln.

Aus den Zuwachsgrößen während der Furchung und Gastrulation sowie aus der Zeit der Dauer dieser Prozesse berechneten wir außerdem den Volumenzuwachs von 1000 Eiern während einer Stunde (die letzten Kolonnen der Tabellen). Für die Furchung beträgt diese Größe 7.20 bis 9.17 cmm (Tab. III), für die Gastrulation dagegen 10.63 bis 15.20 cmm (Tab IV). Es folgt also daraus, daß die Geschwindigkeit der Volumenzunahme der Froschembryonen während der Gastrulation größer ist als während der Furchung.



Bekanntlich befindet sich die während der Gastrulation entstehende Urdarmhöhle in direkter Verbindung mit der Umgebung. Da diese Höhle innerhalb des Embryos selbst liegt, so ist es höchst wahrscheinlich, daß die oben festgestellte größere Geschwindigkeit des Wachstums während der Gastrulation ausschließlich durch die Bildung der Urdarmhöhle bedingt ist.

### 3. Die Entwicklungsstadien nach Beendigung des Gastrulationsprozesses.

Untersuchungen über die Volumenänderungen der Embryonen in späteren Entwicklungsstadien wurden, wie ich in der Einleitung erwähnt habe, schon von Davenport und Schaper ausgeführt; letzterer Autor begann mit den Messungen 2 Tage vor dem Auschlüpfen der Larven. Die Resultate meiner Messungen, an deren Darstellung ich jetzt schreiten will, bilden zum Teil eine Nachprüfung der Arbeiten dieser Forscher. Ihre Durchführung erschien nur wünschenswert mit Rücksicht auf gewisse Ungenauigkeiten in der Methode, auf die ich bereits früher (vergl. Seite 792) aufmerksam gemacht habe. Außerdem handelte es sich mir um die Bestimmung der Wachstumsgeschwindigkeit für diese Stadien und die Vergleichung derselben mit der Geschwindigkeit des Wachstums in den Anfangsstadien der Entwicklung.

Am 24. IV. 07. um 9 Uhr abends wurden die in einer Schicht auf einer großen Glasplatte liegenden Eier besamt. Nach Verlauf von 5 Stunden maß ich mikrometrisch die Äquatorialachsen von 20 Eiern im Stadium zweier Blastomeren, worauf ich die Platte nach Beseitigung der sich nicht entwickelnden Eier in ein großes flaches Gefäß mit Leitungswasser brachte.

Die ganze Entwicklung vollzog sich bei Zimmertemperatur. Während der ganzen Dauer der Beobachtungen notierte ich jeden Tag und zu verschiedenen Tageszeiten die Höhe der Temperatur. Die Schwankungen waren verhältnismäßig gering; im Verlauf der ersten drei Entwicklungstage betrug die Temperatur 14–15° C, in den drei folgenden Tagen 12–15°, in der ganzen übrigen Zeit schwankte sie zwischen 12–13° C (vergl. Fig. 3, S. 812).

Die nächstfolgende Messung nach dem Stadium zweier Blastomeren wurde gleichfalls nach mikrometrischer Methode an derselben Anzahl von Eiern im Gastrulastadium ausgeführt. Dieses Stadium stellte sich nach Verlauf von 50 Stunden nach der Besamung ein

TABELLE V.

Laufende Nr. d. Messungen	Datum	Verflossene Stundenzahl nach der Besamung	Tag der Entwicklung	Gewicht von 20 leben- den Embryonen mgr	Spezifisches Gewicht der lebenden Embryonen	Volumen von 20 Embryonen	Durchschnittsvolumen eines Embryos	Durchschnittl. Volumen- zuwachs eines Embryos	Seit der letzten Mes- sung verflossene Zeit	Volumenzuwachs von 1000 Embryonen in der Stunde	Bezeichnung des Entwicklungsstadiums
		h				cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	h	cm <sup>3</sup>	
1. 27. IV. 2 nachts		5	I	—	—	—	2.48	—	—	—	Zweiblastomerenstadium. Gastrula. Medullarrohr geschlossen. 3—5 Myomerenpaare. Saugnapfervertiefung. Augenbläschen. Körperlänge 2.9 mm. Schwanzknospe nach oben gerichtet. Anlage der Ohrenbläschen, des Herzens und der Vorniere. Körperlänge 3.2 mm. Schwanzknospe in horizontaler Lage. Ausschlüpfen. Knospen der äußeren Kiemen. Vornierenkanälchen schwach verzweigt. Körperlänge 4.7 mm. Äußere Kiemen beginnen sich zu verzweigen. Saugnäpfe gut entwickelt. Körperlänge 5.9 mm. Embryonen fangen an, fortschreitende Bewegungen auszuführen. Körperlänge 6.0 mm. Schwanzrand wird durchsichtig. Mundöffnung beginnt sich zu spalten. Körperlänge 7.0 mm. Äußere Kiemen sehr stark entwickelt. Körperlänge 7.5 mm. Äußere Kiemen sind noch gut entwickelt.
2. 28. " 11 abends		50	III	—	—	—	3.12	0.64	45	14.2	
3. 1. V 7 "		118	V	63.5	1.086	58.4	2.92	—0.20	68	—2.9	
4. 2. " 6 "		141	VI	65.6	1.073	61.1	3.05	0.13	23	5.6	
5. 3. " 6 "		165	VII	69.4	1.064	65.2	3.26	0.21	24	8.7	
6. 4. " 7 "		190	VIII	72.4	1.057	68.4	3.42	0.16	25	6.4	
7. 5. " 6 "		213	IX	77.9	1.056	73.7	3.68	0.26	23	11.3	
8. 6. " 7 "		238	X	89.7	1.048	85.5	4.27	0.59	25	23.6	
9. 7. " 6 "		261	XI	99.5	1.041	95.5	4.75	0.48	23	20.8	
10. 8. " 7 "		286	XII	104.5	1.038	100.6	5.03	0.28	25	11.2	
11. 9. " 7 "		310	XIII	114.0	1.036	110.0	5.50	0.47	24	19.5	
12. 10. " 7 "		334	XIV	135.1	1.029	131.2	6.56	1.06	24	44.1	
1. 2. "		3. "	4. "	5. "	6. "	7. "	8. "	9. "	10. "	11. "	



(Tab. V. 3.). Nach Berechnung des Volumens der gemessenen Eier zog ich aus den gewonnenen Ziffern das Mittel für das Volumen eines Eis im Stadium zweier Blastomeren und im Gastrulastadium (8).

Nach Beendigung des Gastrulationsprozesses behalten die Froschembryonen bekanntlich eine Zeitlang noch ihre sphärische, bezw. ellipsoidale Gestalt bei; kurz darauf aber verlieren sie, sobald sie in das Neurulastadium übergehen, ihre ursprüngliche Form. Mit dem Augenblick des Eintretens dieser Änderungen kann die mikrometrische Methode, wie bereits oben erwähnt wurde, nicht zur Anwendung gelangen. Die zwei folgenden Tage hindurch kann aber auch die zweite Methode der Volumenbestimmung wegen der großen Schwierigkeiten, die sich der Herausnahme des Embryos aus seiner Dottermembran in den Weg stellen, nicht angewandt werden. Daraus resultiert eine Lücke in den Messungen, welche das Entwicklungsstadium zwischen der Gastrula (50 Std.) und demjenigen Zeitpunkt umfaßt, seit welchem die Messungen nunmehr nach der zweiten Methode vorgenommen werden konnten. Dieses Stadium trat unter den bei unseren Beobachtungen oben angegebenen Temperaturverhältnissen nach Verlauf von 118 Stunden nach der Befruchtung, d. h. am Ende des fünften Entwicklungstages ein.

Die Länge der Embryonen betrug in diesem Stadium 2.9 mm. Das Medullarrohr war in dieser Zeit völlig geschlossen und abgeplattet, es zeigten sich Anlagen von Saugnäpfen, dagegen fehlte die Schwanzknospe und die Kiemenspalten; von inneren Organen sah man die Augenblasen, doch fehlte noch die Perikardialhöhle und die Ohrenbläschen <sup>1)</sup>.

Seit diesem Stadium, d. h. vom Ende des fünften Entwicklungstages an berechnete ich das Volumen der Embryonen nach der zweiten Methode, d. h. aus dem Verhältnis der Masse zum spez. Gewicht. Jeden Tag entnahm ich der Kultur je 20 Embryonen be-

<sup>1)</sup> Dieses Stadium ist um einen Tag jünger als dasjenige, bei welchem die Messungen Schapers einsetzen. In bezug auf die Untersuchungen Davenport's (97) entspricht die erste Beobachtung dieses Autors unserer achten Beobachtung vom X. Tage. Wenn wir unsere Resultate mit der Tabelle von Schaper (a. a. O. S. 357) vergleichen, so können wir weiter feststellen, daß die von uns erforschte Entwicklungsperiode (vergl. Tab. V), welche zwischen dem sechsten und dem vierzehnten Tage nach der Befruchtung liegt (2—10. IV), den sechs ersten Messungen dieses Autors entspricht, welche in der Zeit zwischen dem sechsten und dem elften Entwicklungstage seiner Kultur ausgeführt wurden.



hufs Bestimmung ihres lebenden Gewichts (5), ferner je 10 Embryonen, um ihr spez. Gewicht zu ermitteln (6). Aus diesen beiden Werten berechneten wir das Volumen von 20 Embryonen (7) und daraus das Durchschnittsvolumen eines Embryos (8). Aus der Diffe-

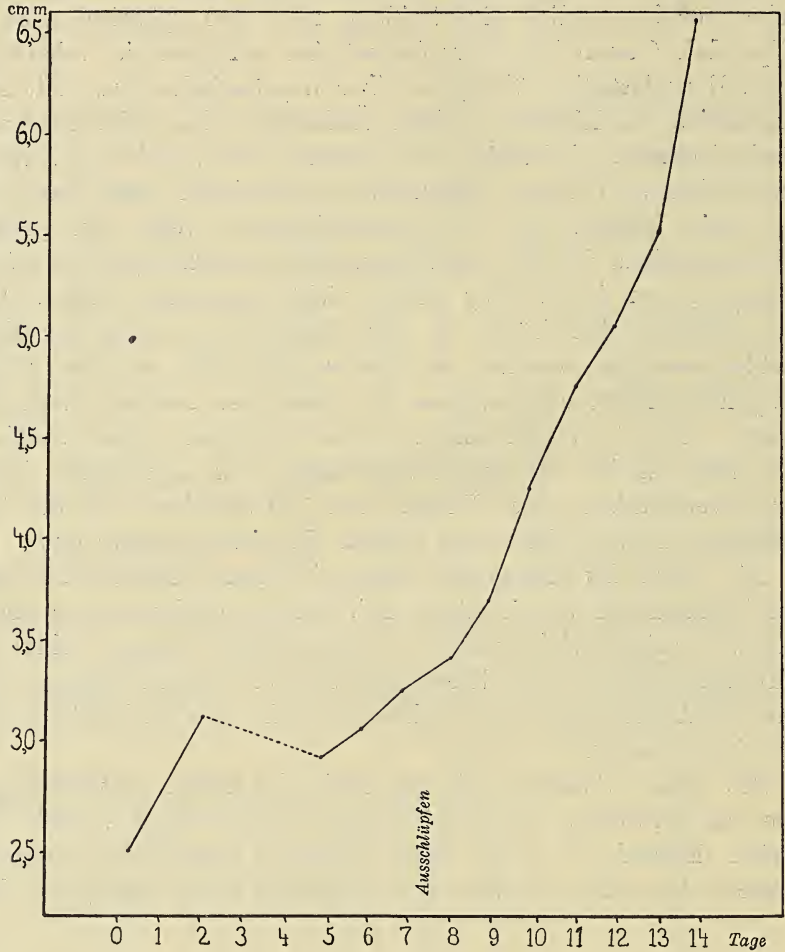


Fig. 2.

renz zwischen dem Volumen der Embryonen an zwei aufeinanderfolgenden Entwicklungstagen berechneten wir die Volumenzunahme eines Embryos (9). Außerdem wurde aus der Größe des Zuwachses eines Embryos und der Zeit, während welcher dieser Zuwachs stattgefunden hat (10), der Volumenzuwachs von tausend Embryonen in der Stunde berechnet (11).

Am Ende des achten Entwicklungstages nach dem Ausschlüpfen der Embryonen wechselten wir das Wasser in der Kultur und beseitigten die von den Embryonen abgelegten Gallerthüllen.

Wenn wir die Kurve des absoluten Wachstums, die auf Grund der Zahlen der Kolonnen 4 u. 9 (Fig. 2) konstruiert ist, betrachten, so stellen wir vor allem fest, daß in der Zeit zwischen der 50. und der 118. Stunde nach der Befruchtung eine Abnahme des Volumens der Embryonen um 0.2 cmm eingetreten ist. Da für diese Zeit Messungen nicht vorliegen, so läßt sich natürlich dasjenige Entwicklungsstadium, in welchem diese Volumenreduktion eingetreten, nicht bestimmen. Wir können jedoch annehmen, daß der Volumenverlust mit dem Eintritt der seitlichen Abplattung der Embryonen zeitlich zusammenfällt und mit der oben besprochenen (siehe S. 802) Ausscheidung von Substanzen aus dem embryonalen Körper zusammenhängt, welche sich innerhalb der Dottermembran ansammeln. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß vielleicht hier der Wechsel der Untersuchungsmethode einen Einfluß auf die Resultate der Messungen ausgeübt hat, daß mit anderen Worten hier eine gewisse Ungenauigkeit vorliegt. Von diesem Stadium an wächst das Volumen der Embryonen während der ganzen Reihe der späteren Entwicklungsprozesse fortwährend<sup>1)</sup>.

Um die Wachstumsgeschwindigkeit der Embryonen in dieser Zeit mit der Geschwindigkeit in den Anfangsstadien zu vergleichen, haben wir auf Grund der in Kolonne 4 und 11 verzeichneten Zahlen eine Kurve der Geschwindigkeit der Volumenänderungen konstruiert, die während der ganzen Zeit der obigen Beobachtungen festgestellt worden sind (Fig. 3). Die Abszisse bezeichnet die Zeit von der Befruchtung an in Tagen ausgedrückt; auf der Ordinate wurden die Größen der Volumenzuwächse von tausend Embryonen während einer Entwicklungsstunde eingetragen. Außerdem enthält dieselbe Figur eine Kurve der während der ganzen Zeit der Entwicklung beobachteten Temperaturschwankungen.

Verfolgen wir den Verlauf der Kurve in den ersten acht Tagen, so können wir bedeutende Unterschiede in der Geschwindigkeit des Wachstums feststellen. Abgesehen von der Periode der Volumenreduktion, sehen wir, daß während der Furchung und der Gastrulation die Kurve höher verläuft als in den letzten drei Ent-

<sup>1)</sup> Vergl. Seite 792 die Bemerkungen in bezug auf die Arbeit Schapers.

wicklungstagen vor dem Ausschlüpfen. Man könnte vielleicht vermuten, daß die Ursache der größeren Wachstumsgeschwindigkeit am Anfang der Entwicklung die höhere Temperatur in jener Zeit sein könnte. Diese Möglichkeit fällt jedoch in sich selbst zusammen in

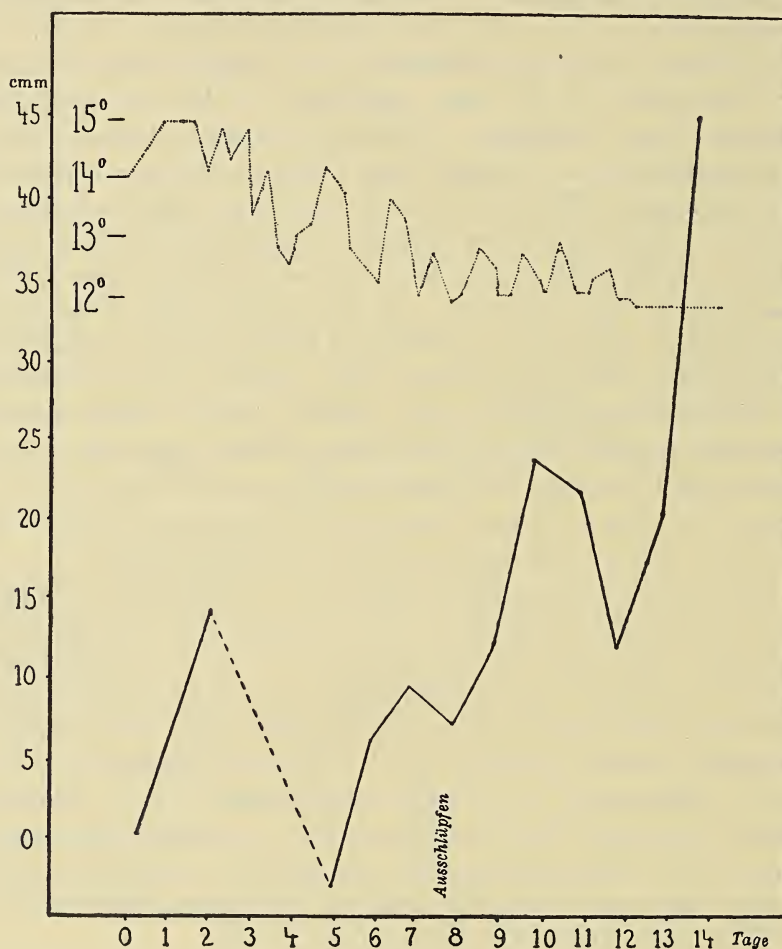


Fig. 3.

Anbetracht dessen, daß der Unterschied zwischen der Anfangstemperatur (durchschnittlich  $14.7^{\circ}\text{C}$ ) und der späteren (durchschnittlich  $12.7^{\circ}\text{C}$ ) kaum  $2^{\circ}\text{C}$  beträgt und somit solch einen ausgesprochenen Unterschied in der Wachstumsgeschwindigkeit unmöglich ver-



ursachen kann<sup>1)</sup>. Auf Grund des Verlaufs der Kurve der Wachstumsgeschwindigkeit können wir also als feststehend annehmen, daß in der Zeit der Entwicklung der Froscheier innerhalb der Dottermembran die Wachstumsgeschwindigkeit den größten Wert in den frühesten, unmittelbar auf die Befruchtung folgenden Stadien besitzt. Während der letzten drei Entwicklungstage, welche dem Ausschlüpfen vorausgehen, hält sich die Wachstumsgeschwindigkeit fast auf dem gleichen Niveau.

Ein neuerliches Steigen der Kurve beobachten wir nach erfolgtem Ausschlüpfen. Davenport, welcher diese Tatsache als erster festgestellt hat, gibt an, daß während der ersten vierzehn Tage nach dem Ausschlüpfen eine plötzliche Steigerung des Wassergehaltes im Organismus, und zwar von 56% auf 97%, eintritt. Bei näherer Erörterung dieser Erscheinung beschreibt sie Schaper (a. a. O. S. 360) wie folgt: „Unmittelbar nach dem Ausschlüpfen jedoch, das zwischen dem 8. und 9. Tage stattfindet, sehen wir die Wasserkurve sich steil erheben und innerhalb von 12 Tagen von 68% zu 94% aufsteigen“. Dieses plötzliche Steigen des Wassergehaltes im Organismus ist offenbar ein direkter Beweis für das Wachsen der Geschwindigkeit der Wasseraufnahmeprozesse.

Unsere Kurve beweist gleichfalls, daß seit der Abstoßung der Eihüllen seitens der Embryonen die Wachstumsgeschwindigkeit größere Werte zeigt als vorher. Ein besonders steiles Ansteigen der Kurve bemerken wir am 10. und 14. Entwicklungstage. In der Zeit zwischen diesen Tagen ist die Geschwindigkeit relativ kleiner, wobei sie am 12. Tage ganz erheblich sinkt<sup>3)</sup>.

## II. Wachstumskomponenten. Bedeutung der Wasseraufnahme für das embryonale Wachstum und die Lokalisation derselben im embryonalen Organismus.

Aus den Resultaten der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Versuche haben wir gesehen, daß bald nach vollzogener Be-

<sup>1)</sup> Das Verhältnis zwischen der anfänglichen und der späteren Geschwindigkeit beträgt  $\frac{14.2}{6.7} = 2.1$ , während der Geschwindigkeitskoeffizient für 10° zirka 2.4 beträgt, worauf wir noch unten näher eingehen werden.

<sup>2)</sup> Möglicherweise hängt diese Erscheinung mit der Tätigkeit der Vorniere zusammen.

fruchtung die Volumenzunahme des Eies, später — des sich daraus entwickelnden Embryos beginnt. Wir haben den Volumenzuwachs in verschiedenen Entwicklungsstadien kennen gelernt. Es drängt sich uns nun die Frage auf, was es denn eigentlich für Substanzen sind, auf deren Kosten das Wachstum des Embryos sich vollzieht.

Bei der aprioristischen Analyse der möglichen Eventualitäten müssen wir von vornherein die Annahme zurückweisen, als ob der Volumenzuwachs durch Aufnahme von in Wasser gelösten Salzen zustandekäme. Gegen diese Annahme spricht entschieden die Tatsache, daß die Entwicklung stattfinden kann und das Wachstum auch dann sie stets begleitet, wenn die Kultur in destilliertem Wasser gezüchtet wird.

Ferner wäre es möglich anzunehmen, daß besonders in den ersten Entwicklungsperioden der Embryo gewisse Substanzen aus der ihn umgebenden Gallerte schöpft. Diese Vermutung liegt schon aus dem Grunde nahe, weil die Entwicklung in ihren Anfangsstadien innerhalb der Gallerte verläuft, welche gewisse Nährstoffe enthalten kann. So ergibt sich aus unseren Bestimmungen, daß die ein Ei umgebende Gallerte zirka 0.95 mg Trockensubstanz<sup>1)</sup> enthält. Im Vergleich mit dem Gehalt an Trockensubstanz im Ei selbst (durchschnittlich zirka 1.4 mg) ist also ihre Menge sehr beträchtlich ( $=\frac{2}{3}$  ihrer Gesamtmenge im Ei).

Angesichts ihres so hohen Gehaltes in der Gallerte, ferner angesichts der Tatsache, daß ältere Embryonen ihre Gallerte auffressen<sup>2)</sup>, ist die Annahme sehr wahrscheinlich, daß die Gallerte eine Quelle für die Wachstumskomponenten bilden kann. Um diese Möglichkeit für ältere Embryonen festzustellen, haben wir einen Versuch angestellt, dessen Ergebnisse die unten beigefügte Tabelle VI veran-

<sup>1)</sup> Der Gehalt an Trockensubstanz in den Gallerthüllen wurde auf diese Weise bestimmt, daß die aus dem frisch getöteten Weibchen herausgenommenen Eier direkt in diejenigen Gefäße gebracht wurden, in denen die Bestimmung der Trockensubstanz stattfinden sollte. In diese Gefäße wurde destilliertes Wasser gegeben; nach genügender Aufquellung der Gallerte (3—5 Std.) wurden die Eier rein aus ihrer Hülle herausgeschält, während die Gefäße mit den darin verbliebenen Gallert-hüllen in den Exsikkator gestellt wurden. Zwei Bestimmungen, jede an je 100 Hüllen ausgeführt, ergaben einen durchschnittlichen Gehalt an Trockensubstanz für eine Hülle: 0.90 und 0.98 mg.

<sup>2)</sup> Nach Schaper fangen Froschembryonen ungefähr am vierten Tage nach dem Ausschlüpfen an, ihre Nahrung aufzunehmen.

schaulicht. Am Ende des achten Entwicklungstages der Froschembryonen in Zimmertemperatur (16—20° C) wurden sie lebend gewogen und dann ihre Trockensubstanz bestimmt; sie betrug für einen Embryo im Durchschnitt 1·15 mg. An demselben Tage wurde eine gleiche Anzahl von ausgeschlüpften Embryonen in zwei flache Gefäße gebracht, welche die gleiche Menge von destilliertem Was-

TABELLE VI.

	8-ter Entwick- lungstag	26-ter Entwicklungstag. Nach dem Ausschlüpfen vollzög sich die Entwicklung	
		in destilliertem Wasser	in Gegenwart von Gallerte
Zahl der zur Bestimmung verwandten Embryonen . . . . .	21	10	5
Gewicht der lebenden Embryonen in mgr	200·1	252·4	422·3
Gewicht der getrockneten Embryonen in mgr	24·3	10·8	21·1
Durchschnittsgewicht eines lebenden Embryos in mgr . . . . .	9·52	25·24	84·46
Durchschnittsgewicht der Trockensubstanz eines Embryos in mgr . . . . .	1·15	1·08	4·22

ser enthielten, wobei in das eine von ihnen die ganze, von den zur Untersuchung angewandten Embryonen abgelegte Gallerte hinzugegeben wurde. Am 26. Tage der Entwicklung, welche sich unter den gleichen Licht- und Temperaturverhältnissen vollzog, wurde wieder die Bestimmung ausgeführt. Vor der Wägung der sich in Gegenwart von Gallerte entwickelnden Embryonen wurden diese auf einen Tag in reines Wasser gebracht, damit sie aus dem Darm die unverdaulichen Gallertreste entfernen.

Wie wir aus der Tabelle VI sehen, ist der Unterschied in dem Wachstum und im Gehalt an Trockensubstanz bei den Embryonen der beiden Kulturen sehr bedeutend. Diejenigen Embryonen, die sich in reinem destilliertem Wasser entwickelten und keine Nährstoffe von außen aufnahmen, haben sogar einen Teil ihrer Trockensubstanz (0·07 mg) verloren. In der zweiten Kultur tritt eine umgekehrte Erscheinung zutage: die Trockensubstanz eines Embryos



hat sich im Vergleich mit der vorhergehenden Bestimmung fast um das Vierfache vermehrt (4:22:1:15 mg). Wie also dieser Versuch zeigt, überwiegt die Menge des der Gallerte entnommenen Materials bei weitem den Verlust, der aus dem Verbrauch von Trockensubstanz für die Entwicklungsprozesse resultiert. Der auf diese Weise gewonnene Überschuß zeugt davon, daß die der Gallerte entnommenen Substanzen eine Quelle des Wachstums für die Froschembryonen nach ihrem Ausschlüpfen bilden.

Diese Tatsache läßt die Annahme um so wahrscheinlicher erscheinen, daß in denjenigen Stadien, in denen der Embryo von der Gallerte ganz umgeben ist, die Aufnahme gewisser stofflicher Bestandteile aus der Gallerte in den Embryo sehr wohl möglich ist.

Schließlich wäre die letzte Eventualität die, daß das Wachstum infolge der Aufnahme von Wasser aus der Umgebung stattfindet.

Daß die Wasseraufnahme für das Wachstum in späteren Entwicklungsstadien eine prinzipielle Bedeutung hat, wissen wir aus den Arbeiten von Davenport (97) und Schaper (02).

Was die ersten Entwicklungsstadien betrifft, so sind wir auf Grund der obigen Analyse zu der Schlußfolgerung gelangt, daß das Wachstum in dieser Entwicklungsperiode entweder durch Aufnahme gewisser Substanzen aus der Gallerte oder auf Kosten des aus der Umgebung geschöpften Wassers geschieht. Für die Entscheidung dieser Frage muß die Untersuchung des Verhaltens der Trockensubstanz in den einzelnen Entwicklungsstadien von prinzipieller Bedeutung sein. Die Methode, deren ich mich zu diesem Zwecke bediente, habe ich bereits oben (S. 794—5) angegeben.

Die ersten Bestimmungen hatten zur Aufgabe, das Verhalten der Trockensubstanz in den Anfangsstadien der Entwicklung festzustellen. Die Resultate von 5 Bestimmungen, welche die ersten vier Entwicklungstage umfassen, sind in Tab. VII verzeichnet. Jede Serie von Bestimmungen bezieht sich auf Embryonen, die von ein und demselben Weibchen stammen. Die einzelnen Beobachtungen wurden in der Weise durchgeführt, daß eine beträchtliche Anzahl von Eiern befruchtet und eine halbe Stunde nach der Besamung in destilliertes Wasser getaucht wurde; nach Verlauf von  $4\frac{1}{2}$ —5 Stunden, also im Stadium von 2—8 Blastomeren, wurde ein Teil der Eier (gewöhnlich 50 Stück) mitsamt ihrer Dottermembran sorgfältig aus der Gallerte herausgenommen, um in denselben die Trockensubstanz zu bestimmen. Die übrigen Eier, 75—100

Stück, wurden in Gefäßen untergebracht, die stets eine gleiche Menge von Leitungswasser enthielten. Nach Verlauf von 4 Tagen der Entwicklung bei Zimmertemperatur wurden die Embryonen im Stadium, welches sich durch deutlich abgesetzte Kopfpartie und nach oben gerichtete Schwanzknospe kennzeichnet, von den Dottermembranen und Gallerthüllen befreit und ihre Trockensubstanz bestimmt. Die unten beigefügte Tab. VII. zeigt auf der linken

TABELLE VII.

Laufende Nr. d. Beobachtungen	Stadium von 4—8 Blastomeren				Stadium nach Verlauf von zirka 4 Entwicklungstagen			
	Zeit nach der Befruchtung	Zahl der Embryonen	Gesamtgewicht der Trockensubstanz in mgr.	Gewicht der Trockensubstanz eines Embryos in mgr.	Zeit nach der Befruchtung	Zahl der Embryonen	Gesamtgewicht der Trockensubstanz in mgr.	Gewicht der Trockensubstanz eines Embryos in mgr.
1.	5 h 30'	25	30.1	<b>1.20</b>	101 h 30'	25	28.6	<b>1.14</b>
2.	5 h 15'	50	83.9	<b>1.67</b>	101 h 15'	50	79.1	<b>1.58</b>
3.	5 h 30'	50	51.5	<b>1.03</b>	95 h 30'	50	48.4	<b>0.96</b>
4.	5 h 30'	50	87.2	<b>1.74</b>	102 h	50	83.1	<b>1.66</b>
5.	5 h	50	70.6	<b>1.41</b>	101 h	50	67.2	<b>1.34</b>

Seite die im Frühstadium erhaltenen Resultate, auf der rechten sind dagegen die Ergebnisse verzeichnet, welche die Beobachtungen im späteren Entwicklungsstadium geliefert haben.

Aus der Zusammenstellung dieser Resultate der einzelnen Beobachtungen ersieht man, daß nach Verlauf von 4 Entwicklungstagen die Menge der Trockensubstanz der Embryonen geringer ist, als in den anfänglichen Furchungsstadien. Der Unterschied beträgt für den einzelnen Embryo 0.06—0.09 mg, was etwa 5% Trockensubstanz in dem sich furchenden Ei ausmacht. Diesen Unterschied könnte man zum Teil auf die Gegenwart der Dottermembran zurückführen, welche im Stadium von 4—8 Blastomeren nicht beseitigt werden konnte. Doch erscheint es in Anbetracht der verhältnismäßig großen Abnahme ganz unwahrscheinlich, daß dieser Unterschied durch die Menge der in der Dottermembran enthaltenen Trockensubstanz gedeckt werden könnte. Da eine genaue Bestim-

mung dieses Fehlers infolge der Zartheit der Dottermembran unmöglich war, so ziehen wir aus diesen Zahlen nur den Schluß, daß in der die ersten vier Tage umfassenden Periode der Entwicklung der Froschembryonen innerhalb der Dottermembran ihr Gehalt an Trockensubstanz nicht zunimmt.

Während der weiteren Entwicklung wurden alle Bestimmungen an Embryonen ausgeführt, die von der Membran bereits befreit werden

TABELLE VIII.

Tag nach der Besamung	Zahl der Embryonen	Gesamtgewicht der Trockensubstanz in mgr.	Gewicht der Trockensubstanz eines Embryos in mgr.
4	23	32.5	1.41
5	40	47.3	1.18
6	31	36.8	1.18
7	31	36.3	1.17
8	31	33.1	1.06

konnten. Das quantitative Verhalten der Trockensubstanz beleuchten die Ergebnisse, welche in Tab. VIII. zusammengestellt sind. Diese Bestimmungen beziehen sich auf eine Kultur von Embryonen, die von einem und demselben Weibchen stammten und sich unter denselben Bedingungen, wie in der vorigen Beobachtung entwickelten. Sie wurden jeden Tag ausgeführt; die erste Bestimmung der Trockensubstanz wurde am Ende des vierten Entwicklungstages, die letzte am Ende des achten Tages, schon nach dem Ausschlüpfen vorgenommen; das Ausschlüpfen fand am Anfang desselben Tages statt. Aus dem Vergleich der Ziffern der letzten Kolonne dieser Tabelle geht hervor, daß während der vier letzten Tage der Entwicklung innerhalb der Membranen die Menge der Trockensubstanz der Embryonen nicht nur nicht zunimmt, sondern im Gegenteil sich beständig verringert<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Bestimmungen Schapers, die sich auf die Stadien vor dem Ausschlüpfen beziehen (2 Entwicklungstage), weisen kein normales Verhalten des Gewichtes der Trockensubstanz auf.



Die in den beiden letzten Tabellen (VII und VIII) zusammengestellten Resultate umfassen somit die ganze, innerhalb der Dottermembran verlaufende Entwicklungsperiode. Diese Ergebnisse beweisen übereinstimmend, daß von den ersten Furchungsstadien an bis zum Augenblick des Ausschlüpfens die Menge der Trockensubstanz nicht zunimmt. Andererseits haben wir in unseren Untersuchungen über das Wachstum unter normalen äußeren Bedingungen (Abschnitt I) festgestellt, daß während dieser Zeit die Wachstumsprozesse des Gesamtorganismus weiter fortschreiten. Aus der Zusammenstellung dieser beiden Tatsachen, daß nämlich die Menge der Trockensubstanz während des Wachstums nicht zunimmt, sondern vielmehr sich verringert, daß dagegen das Volumen des Embryos wächst, folgt ganz klar der für unser Problem sehr wichtige Schluß, daß das Wachstum der Froschembryonen während der Entwicklung innerhalb der Dottermembran ausschließlich auf der Zunahme der Menge des durch den Organismus aus der Umgebung aufgenommenen Wassers beruht<sup>1)</sup>.

Aus der oben festgestellten Tatsache folgt direkt, daß wir die Größe des Zuwachses des Gesamt-Organismus als Maßstab der darin zunehmenden Wassermenge betrachten können. Dieser Umstand hat eine wichtige methodische Bedeutung. Ist nämlich der Zuwachs des Gesamtorganismus gleich dem Zuwachs der Wassermenge in demselben, so können wir mit Umgehung der beschwerlichen Trocknungsmethodik die Menge dieses Wassers direkt mit der Größe des Zuwachses des Gesamtorganismus messen. Da nun andererseits der ganze Zuwachs auf Kosten des Wassers geschieht, so können wir in den Untersuchungen über das Wachstum willkürlich statt der Massenbestimmungen die Methodik der volumetrischen Messungen — und umgekehrt — anwenden<sup>2)</sup>.

Wenn wir jedoch die aus der Umgebung aufgenommene Was-

<sup>1)</sup> Wie schon oben erwähnt, haben die von Davenport und Schaper an Amphibienembryonen in späteren Entwicklungsstadien ausgeführten Untersuchungen den Beweis erbracht, daß im Verhältnis zur Trockensubstanz die Wasserzunahme eine hervorragend überwiegende Bedeutung besitzt.

<sup>2)</sup> Für diese geringen Wassermengen, welche, besonders in den Anfangsstadien der Entwicklung, von den Froschembryonen aufgenommen werden, können wir den Ausdehnungskoeffizienten des Wassers bei wechselnder Temperatur gänzlich außer acht lassen

sermenge aus der Differenz zwischen den Massen oder den Volumina der Embryonen bestimmen, so werden wir stets einen konstanten, wenn auch sehr kleinen Fehler begehen. Dieser Fehler wird darin bestehen, daß wir diejenige Wassermenge, welche an Stelle der abnehmenden Trockensubstanz aufgenommen wird, unberücksichtigt lassen.

Haben wir einmal die Tatsache festgestellt, daß das Wachstum der sich innerhalb der Membranen entwickelnden Embryonen auf Wasserabsorption beruht, so tritt nunmehr an uns die Frage heran, wo dieses aufgenommene Wasser, auf dessen Kosten der gesamte Organismus sein Volumen vergrößert, lokalisiert wird. Für die

TABELLE IX.

Laufende Nr. der rekonstruierten Embryonen	Das Verhältnis des Gewichtes des Wachses, welches für die Rekonstruktion der Zellenmassen verbraucht wurde, zum Gewicht des Wachses, welches dem Blastocoel entsprach	Das Volumen der lebendigen Blastula; durchschn. Wert aus 15 Messungen	Ausgerechnetes Volumen der Zellenmassen im Blastulastadium	Keim-Volumen im Zweiblastomerenstadium. Mittelwert von 15 Messungen
		emm.	emm.	emm.
1.	5.05	2.92	2.43	2.55
2.	3.92	"	2.12	"
3.	4.33	"	2.37	"

Beantwortung dieser Frage wären a priori drei Möglichkeiten vorhanden: 1) das Wasser wird intrazellulär aufgenommen; 2) es sammelt sich zwischen den Zellen an; 3) es wird teils intra-, teils interzellulär verteilt. Wenn wir die Änderungen im inneren Bau des Embryos in seinen ersten Entwicklungsstadien in Betracht ziehen und uns daran erinnern, daß während der Furchung die Furchungshöhle entsteht, welche durch Schichten von Zellenelementen gegen die Außenwelt vollständig abgeschlossen ist, und daß darauf eine neue Höhle gebildet wird, die Gastrulahöhle, welche mit der Außenwelt direkt kommuniziert, — so werden wir leicht begreifen, daß das Problem der Lokalisation des Wassers im embryo-

nen Organismus des Embryos in den ersten Stadien seiner Entwicklung eine große Bedeutung hat<sup>1)</sup>.

Im methodischen Teil meiner Arbeit (vergl. S. 796) habe ich die Methodik der Volumenbestimmung der Zellenmasse sowie der interzellulären Räume angegeben. Meine Untersuchungen in dieser Hinsicht bezogen sich lediglich auf das Furchungsstadium. Die aus diesen Messungen erhaltenen Resultate sind in Tab. IX. zusammengestellt. Die Art und Weise der Durchführung der Berechnungen erheischt keine näheren Erörterungen.

Vergleichen wir das Volumen der Zellenmassen im Blastulastadium mit dem Eivolumen im Stadium zweier Blastomeren, so sehen wir, daß das Volumen der Zellenmassen während der Furchung nicht nur nicht zunimmt, sondern sogar eine Reduktion erleidet<sup>2)</sup>.

Diese Erscheinung muß so gedeutet werden, daß die Zellenmassen einen Teil ihres Volumens zu Gunsten der entstehenden Furchungshöhle verlieren. Die Ursache dieser Erscheinung läßt sich augenblicklich schwer erklären; der Umstand jedoch, daß die Blastocoelflüssigkeit Eiweißstoffe enthält, welche beim Fixieren gefällt werden, legt die Vermutung nahe, daß der Volumenverlust der Zellenmassen mit der Produktion dieser im Blastocoelwasser gelösten, wahrscheinlich osmotisch wirksamen Substanzen verbunden ist. Für uns ist die Tatsache von besonderer Wichtigkeit, daß die Zunahme der Flüssigkeitsmenge im Blastocoel den ausschließlichen Faktor des Wachstums des gesamten Embryoorganismus bildet<sup>3)</sup>.

Auf Grund der gegebenen Ziffern kann man die Annahme, daß auch die Zellen zum Teil Wasser aufnehmen, prinzipiell nicht von

<sup>1)</sup> Bezüglich der späteren Stadien hat dieses Problem Schaper berührt, wie ich bereits in der Einleitung erwähnt habe (vide S. 788).

<sup>2)</sup> Diese Tatsache stimmt mit dem Ausspruch von Driesch in seiner „Analytischen Theorie“ (94, S. 35) überein: „Es kann eine Zelle fortgesetzt sich teilen, ohne daß die Teilstücke nach jeder Teilung wachsen: das geschieht bei der Furchung“.

<sup>3)</sup> In späteren Stadien stößt die Erforschung der Lokalisation des Wachstums auf sehr große Schwierigkeiten; denn bereits während der Gastrulation bilden sich infolge der Lockerung und Verschiebung der Zellenelemente interzelluläre Räume, deren Gesamtvolumen im Embryo mittels der Methode der plastischen Rekonstruktion sich nicht bestimmen läßt.



der Hand weisen. Man könnte sich z. B. denken, daß die Zellen in dem aufgenommenen Wasser einen Ersatz für die an die Flüssigkeit des Blastocoels abgegebenen Substanzen suchen. Wir können jedoch annehmen, daß, falls die Zellenmassen tatsächlich Wasser aufnehmen, die Menge desselben, im Vergleich mit der im Blastocoel enthaltenen, verschwindend klein ist.

Es unterliegt dagegen keinem Zweifel, daß die Zellenmassen eine äußerst wichtige Rolle in den Prozessen der Wasseraufnahme seitens des Organismus spielen, indem sie die Wand bilden, durch welche die ganze Wassermenge dringt, die sich im Blastocoel, resp. in den übrigen Körperhöhlen ansammelt. Überdies erscheint es im hohen Grade wahrscheinlich, daß die peripherischen Zellschichten, welche die Wand des Keimes bilden und die direkt mit der Umgebung in Berührung kommen, einen gewissen Grad von Elastizität <sup>1)</sup> besitzen.

Die obigen Tatsachen und Erwägungen laden zu einem Vergleich der Froschembryonen, als Ganzes betrachtet, wenigstens in den anfänglichen, am wenigsten komplizierten Stadien mit der einzelnen Pflanzenzelle ein. Die in den Körperhöhlen befindliche Flüssigkeit würde dem Saft der Pflanzenzelle entsprechen, die Rolle der Plasmahaut und der Zellenmembran würde den peripherischen, halbdurchlässigen und elastischen Schichten von Zellelementen zukommen, welche die Keimwand bilden.

Zu dem Wasseraufnahmeprozess selbst übergehend, können wir die Behauptung aufstellen, daß der stationäre Zustand nur dann bestehen kann, wenn der von der elastisch gespannten Wand ausgeübte Druck durch einen ebensolchen im Innern des Embryos ausgeglichen wird. Die Volumenzunahme durch Wasserabsorption wird dann eintreten, wenn der innere Druck den von der Wand geleisteten Widerstand überwindet.

Man kann von vornherein sich denken, daß an dem Zustandekommen dieses Überschusses an innerem Druck sowohl Änderungen in der Dehnbarkeit der elastischen Wände des Embryos, als auch Änderungen in dem Werte des Innendruckes teilnehmen können. Die Zunahme der absoluten Dehnbarkeit der Wände und das Steigen des Innendruckes sind die Momente, die durch ver-

<sup>1)</sup> Die Elastizität der Keimblätter des Huhns ist experimentell von His (74) nachgewiesen worden.

schiedene wechselseitige Kombinationen die Prozesse der Wasseraufnahme beeinflussen können.

So können z. B. die während der Entwicklung stattfindenden Änderungen in der Dicke und der Oberflächengröße der Körperwände auf Dehnbarkeitsänderungen derselben zurückgeführt werden.

Bezüglich des in wachsenden Embryonen herrschenden Innendruckes begründen die Untersuchungen von Loeb (91—06), sowie die Stellung anderer Autoren zu dieser Frage [Driesch (93—06), Herbst (92, 93), Davenport (97), Schaper (02)] die Ansicht, daß dieser Druck osmotischer Natur ist. Die Frage, ob neben dem osmotischen Druck die Prozesse der Wasseraufnahme auch noch durch den Quellungsdruck [Pfeffer (04), Pantanelli (04)] beeinflußt werden, müssen wir vor der Hand unentschieden lassen. Die Lücken in unseren diesbezüglichen Kenntnissen stammen daher, daß in der zoologischen Literatur ein vollständiger Mangel an irgend welchen Angaben über das Verhalten des osmotischen Drucks in tierischen Embryonen während ihrer Entwicklung besteht. Für die Erkenntnis der Prozesse der Wasseraufnahme ist diese Frage ungemein wichtig, und darum ist die Durchführung einer Reihe von Bestimmungen des osmotischen Druckes in wachsenden Tierembryonen unserer Ansicht nach eine der hauptsächlichsten Aufgaben derjenigen Forschungen, die sich mit dem Wachstumsproblem befassen wollen. Diese Bestimmungen beabsichtige ich in nächster Zukunft durchzuführen.

---

Haben wir nunmehr die Bedeutung des Wassers als einer Wachstumskomponenten in den ersten Entwicklungsstadien kennen gelernt, so müssen wir noch von diesem Standpunkt aus die aus unseren Untersuchungen über das Wachstum der Froschembryonen unter normalen äußeren Bedingungen erhaltenen Resultate einer Durchsicht unterziehen. Indem wir also zur Grundlage für unsere Erwägungen das im vorigen Abschnitt gewonnene Tatsachenmaterial nehmen, können wir bezüglich der Prozesse der Wasseraufnahme durch sich entwickelnde Froschembryonen zu folgenden Schlüssen gelangen:

1. — Der Prozeß der Wasseraufnahme beginnt unverzüglich nach erfolgter Besamung (vgl. S. 798, Tab. I und II.).
2. — Die in der zweiten Stunde nach der Besamung eintre-



tende Abnahme des Eivolumens (vgl. S. 798 und Tab. I) läßt sich hauptsächlich auf den Verlust des Wassers zurückführen, welches an das in dieser Zeit vom Ei produzierte Perivitellin als dessen Hauptbestandteil abgegeben wird. Der Prozeß der Abscheidung des Perivitellins durch das Ei nach der Befruchtung übt einen Einfluß auf die weitere Wasseraufnahme aus (vgl. S. 801 Tab. II.). Dieser Einfluß läßt sich auf die Tätigkeit osmotisch aktiver, im Perivitellin enthaltener Substanzen zurückführen. Ein Beweis für die Anwesenheit dieser Substanzen im Perivitellin ist die vorhin besprochene (S. 802) Erweiterung des perivitellinen Raumes.

3. — Wenn wir die Entwicklungsperiode von dem Auftreten der ersten Furche ab bis zum Ablegen der Membranen durch die Embryonen ins Auge fassen, so können wir feststellen, daß der Prozeß der Wasseraufnahme am intensivsten in den Anfangsstadien, nämlich denen der Furchung und Gastrulation, verläuft (vgl. S. 813, Tab. V Fig. 3).

4. — Obgleich aus den Ziffern, welche die Geschwindigkeit des Volumenzuwachses ausdrücken, hervorgeht, daß diese Geschwindigkeit während der Gastrulation größer ist als während der Furchung, so können wir mit Rücksicht auf die Bildung der Gastrulahöhle in dieser Zeit, welche mit der Umgebung kommuniziert, dennoch daraus nicht schließen, daß dieser Unterschied auch für die Prozesse der Wasseraufnahme Gültigkeit habe.

5. — Aus der Erwägung, daß in den Anfangsstadien der Entwicklung die Volumenzuwächse in ziemlich engen Grenzen konstante Größen sind, ziehen wir den Schluß, daß den Gestaltungsprozessen dieser ersten Stadien eine konstante Menge aus der Umgebung aufgenommenen Wassers entspricht (vgl. S. 806, Tab. III. u. IV.).

6. — Bezüglich der Entwicklungsstadien nach dem Ausschlüpfen finde ich durch meine Untersuchungen die Angaben Davenport's und Schapers bestätigt, daß die Intensität der Wasseraufnahmeprozesse mit fortschreitender Entwicklung steigt.

7. — Die oben ausgesprochene Abhängigkeit der Wasseraufnahmeprozesse von der Entwicklungsstufe der Froscheier wirkt auch gleichzeitig ein Licht auf das Wesen dieser Prozesse selbst. Auf Grund der Untersuchungen von Godlewski u. n. (01) wissen wir, daß mit fortschreitender Entwicklung der Froschembryonen auch die Atmungsenergie wächst. Andererseits haben Hassel-



balch und Bohr (1900) bei Untersuchungen über den respiratorischen Stoffwechsel bei Vögeln festgestellt, daß die Kohlensäureproduktion in hohem Grade von dem Entwicklungsstadium und speziell vom Gewicht der Embryonen abhängt, und daß diese Abhängigkeit in dem Maße genau ist, daß man aus der Größe der Kohlensäureabgabe an einem gegebenen Tage das Gewicht des Embryos zu berechnen vermag. Die Zusammenstellung dieser Tatsachen mit dem oben besprochenen Verhalten der Wasseraufnahmeprozesse während der Entwicklung läßt unseres Erachtens vermuten, daß zwischen der Wasseraufnahme und den Stoffwechselprozessen im Embryo eine Beziehung besteht.

### III. Der Einfluß der Temperatur auf die Prozesse der Wasseraufnahme durch wachsende Froschembryonen und auf die Wasserpermeabilität des Protoplasmas.

Alles, was bisher über das Wachstum der Embryonen gesagt wurde, bezog sich auf solche Wachstumsprozesse, die in möglichst konstanten äußereren Verhältnissen verliefen. Es schien mir wichtig, auch den Einfluß äußerer Faktoren auf die Wachstumsvorgänge, resp. Wasseraufnahmeprozesse näher kennen zu lernen.

Von äußeren Entwicklungsfaktoren halte ich für die wichtigsten: Temperatur und osmotischen Druck des umgebenden Mediums. Die Temperatur, die bekanntlich für das Entwicklungstempo maßgebend ist, muß auf die Intensität einer ganzen Reihe von Entwicklungsprozessen einwirken. Der Einfluß des osmotischen Druckes verdient besondere Beachtung schon deswegen, weil die Wasseraufnahmeprozesse das Wesen des Wachstums in den Anfangsstadien ausmachen. Meine Untersuchungen über den Einfluß des osmotischen Druckes auf das Wachstum der Embryonen von Amphibien und Echiniden bedürfen noch weiterer Ergänzungen. Nur die Versuche über den Einfluß der Temperatur auf das Wachstum der Froschembryonen betrachte ich für abgeschlossen und gebe darum hier ihre Beschreibung.

1. — Die Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die anfängliche Entwicklung wurden in folgender Weise geführt. Auf kleine Glasplatten legten wir, ähnlich wie bei den vorhin beschriebenen Versuchen, unbefruchtete Frosch-

eier in bestimmter Reihenfolge. Diese Eier wurden besamt und bis zum Auftreten der ersten Furche in Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach Kontrollierung der Ergebnisse der Befruchtung wurden die sich nicht entwickelnden Eier entfernt, die entwicklungsfähigen dagegen im Stadium zweier Blastomeren mikrometrisch gemessen. Nach beendeten Messungen wurden die Schalen mit den Eiern in zwei Thermostaten gestellt, welche die Temperaturen von 10 und 20° C zeigten.

Die Entwicklung der Eier vollzog sich in den bereits oben beschriebenen Gefäßen (Fig. 1, c), durch welche in beiden Thermostaten ein konstanter Strom von kohlensäurefreier Luft geleitet wurde. Im Augenblick, wo der Versuch beginnen sollte, war die Temperatur des in diesen Gefäßen befindlichen Wassers bereits auf die Temperatur des Thermostaten gebracht. Während der ganzen Dauer des Versuches betrugen die Temperaturschwankungen in beiden Thermostaten im Maximum 0.5° C.

Die Kontrolle der Entwicklungsstadien wurde in der Weise geführt, daß aus den Thermostaten nur die Glasplatten mit den anhaftenden Eiern herausgenommen wurden, wobei diese Manipulation möglichst schnell ausgeführt wurde, um größere Schwankungen der Temperatur des in den Gefäßen befindlichen Wassers nach Möglichkeit zu vermeiden.

Während der Zeit, in welcher die Messungen ausgeführt wurden, befanden sich die Eier in Zimmertemperatur; die Messungen dauerten jedesmal höchstens eine halbe Stunde.

Unsere Untersuchungen erstreckten sich nur auf das Furchungsstadium der Froscheier. Die auf das Stadium zweier Blastomeren folgenden Messungen wurden also an Eiern vorgenommen, die sich im Blastulastadium befanden, d. h. in dem Augenblick, wo die ersten Spuren des Gastrulationsprozesses auftraten. Stets wurde genau die Zeit nach der Befruchtung, in der die Messungen ausgeführt wurden, notiert.

Es ist bekannt, daß die Temperatur eine prinzipielle Bedeutung für die Entwicklungsprozesse hat. Bei der Erörterung des Einflusses der Temperatur auf die Geschwindigkeit dieser Prozesse muß man meines Erachtens genau unterscheiden zwischen der Geschwindigkeit des Wachstums und der Geschwindigkeit der Gestaltungsprozesse, was leider in der Literatur ziemlich oft verwechselt wird. Uns interessieren hier hauptsächlich die Wachstumsprozesse,

und nur als Hilfsmoment haben wir den Einfluß der Temperatur auf die anfänglichen Gestaltungsprozesse, namentlich auf die Geschwindigkeit der Furchung berücksichtigt. Die Resultate meiner Untersuchungen in dieser Hinsicht stimmen in ihrem Gesamtergebnis mit denen anderer Autoren. [Driesch (93), Hertwig (98), Lillie and Knowlton (98) und Peter (05)]. Diese Untersuchungen haben übereinstimmend nachgewiesen, daß in den Grenzen der normalen Entwicklung mit fortschreitender Temperaturerhöhung die Geschwindigkeitszunahme der Beschleunigung analog ist, welche die chemischen Reaktionen unter dem Einfluß der Temperatur aufweisen (Abegg 05, Peter 05, Loeb 06).

Am Froschmaterial hat die umfangreichsten und wichtigsten Resultate Hertwig (97) erhalten. Da in den Untersuchungen dieses Autors der Furchungsprozeß der Froscheier, die den Gegenstand unserer Beobachtungen bilden, unberücksichtigt geblieben

TABELLE X.

Versuchs Nr.	Zeit der Furchungsdauer		$Q_{10}$
	10°	20°	
1.	43 h	17 h 30'	2·45
2.	50 h 30'	19 h	2·65
3.	50 h	21 h 30'	2·32
4.	43 h	19 h 30'	2·20
Im Mittel = 2·40			

ist, so geben wir in der angeführten Tabelle als Ergänzung zu Hertwigs Untersuchungen die Resultate von vier eigenen Versuchen.

In dieser Tabelle ist die Zeit der Dauer des Furchungsprozesses in zwei Temperaturen (10 und 20° C), die sich um 10° C voneinander unterscheiden, angegeben. Aus dem Verhältnis dieser Zeiten berechneten wir aus jedem Versuche die Größe des Beschleunigungs-, resp. Verzögerungskoeffizienten für 10° ( $Q_{10}$ ). Der aus diesen Versuchen hergeleitete Mittelwert beweist, daß die Geschwindigkeit der Furchung bei einer Temperatur



von  $20^{\circ}\text{C}$  2·4 mal größer ist, als bei  $10^{\circ}\text{C}^1$ ), wodurch das oben erwähnte Grundgesetz (Abegg, Peter) bestätigt wird.

Aus Angaben der zoologischen Literatur, welche den Einfluß der Temperatur betreffen, geht hervor, daß die bisherigen Untersuchungen sich auf die Gesamtheit der Entwicklungsprozesse erstrecken. Spezielle Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Wachstumsprozesse gibt es nur sehr wenige. Mit diesem Problem hat sich, soweit mir bekannt ist, bisher nur Galloway (1900) befaßt. Seine Untersuchungen beziehen sich nur auf ältere Froschembryonen. Die in verschiedenen Temperaturen gezüchteten Froschquappen wurden in gleichen Zeitintervallen gewogen und getrocknet und auf Grund der so gewonnenen Resultate ihr Zuwachs an lebender Masse und ihr Wassergehalt ermittelt. Da aber in diesen Untersuchungen die Entwicklungsstadien der beobachteten Embryonen nicht berücksichtigt waren, so bieten sie keine genügende Handhabe für die Beurteilung, ob und in welcher Weise die Temperatur auf das wechselseitige Verhältnis des Wachstums des Embryos zu dessen Gestaltungsprozessen eingewirkt hat.

Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf das Wachstum in den Anfangsstadien der Entwicklung gibt es in der Literatur überhaupt nicht. Meine darauf bezüglichen Versuche habe ich in der Weise angestellt, daß die Kulturen in zwei Temperaturen, von  $10$  und  $20^{\circ}\text{C}$ , die bekanntlich (Hertwig) im Bereiche der physiologischen Entwicklungsbedingungen liegen, gezüchtet wurden. In den Kulturen, die sich bei verschiedenen Temperaturen entwickelten, befand sich die gleiche Anzahl von Eiern. Aus der Länge der Äquatorialachsen berechneten wir in oben angegebener Weise die Volumina der einzelnen Eier im Stadium zweier Blastomeren und im Blastulastadium; aus der Gesamtzahl der in jeder Portion gemessenen Eier berechneten wir das Durchschnittsvolumen der einzelnen Eier und aus dem Unterschied der Volumina in diesen beiden Stadien — den durchschnittlichen Zuwachs eines Eies während der Furchung.

<sup>1)</sup> Für das erste Entwicklungsstadium bis zur Schließung der Dorsallippe (Stadium I) ist  $Q_{10} = 2\cdot47$ , wie aus Peters (0·5, S. 150) Berechnungen, die er auf Grund der Resultate von Hertwigs Untersuchungen angestellt hat, hervorgeht. Der von uns für die Furchung erhaltene Wert ist somit etwas kleiner, was mit der Regel übereinstimmt, nach welcher die Größe des Temperaturkoeffizienten mit fortschreitendem Wachstum der tierischen Embryonen gleichfalls wächst.

In Tabelle XI sind die Resultate dieser Versuche zusammengestellt. Wir ersehen daraus, daß die Unterschiede in den Zuwächsen der Embryonen beider Kulturreihen verhältnismäßig äußerst gering sind und außerdem in den einzelnen Versuchen in zwei verschiedenen Richtungen auftreten. Es scheint sehr wahrscheinlich zu sein, daß diese Unterschiede innerhalb der Grenzen eines Feh-

TABELLE XI.

Versuchs Nr.	Zahl der in jeder Portion gemessenen Eier	Zweiblastomeren-stadium		Die Temperatur, in der die Entwicklung sich vollzog	Blastulastadium		Durchschnittlicher Vo-lumenzuwachs eines Embryos während des Furchungsprozesses
		Zeit seit der Besa-mung	Durchschnitts-volumen eines Embryos		Zeit seit der Besa-mung	Durchschnitts-volumen der Blastula	
1.	14	5 h 30'	2·56	10°	48 h 30'	2·95	0·39
			2·54	20	23 h	2·91	0·37
2.	14	5 h	2·62	10°	55 h 30'	2·99	0·37
			2·72	20°	24 h	3·06	0·34
3.	38	5 h	2·82	10°	55 h	3·19	0·37
			2·76	20°	26 h 30'	3·14	0·38

lers liegen, welcher entweder bei der Berechnung der Eivolumina, oder bei der Fixierung des Augenblicks, in welchem in den verschiedenen Temperaturen der die Furchungsperiode abschließende Moment eintrat, begangen wurde, — oder daß sie schließlich in der verschiedenen Individualität der Eier selbst begründet sind. Auf Grund dessen können wir als Resultat der obigen Versuche die Feststellung der Tatsache betrachten, daß die Menge des aufgenommenen Wassers in der Entwicklungsperiode vom Stadium zweier Blastomeren bis zur Blastula konstant ist ohne Rücksicht darauf, ob wir die Zeitdauer dieser Periode durch Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur verkürzen oder verlängern. Die Menge des aufgenommenen Wassers hängt also nicht von der Zeitdauer dieses Prozesses, sondern von dem Entwicklungsstadium ab. Aus diesen Tatsachen folgt außerdem noch der äußerst

wichtige Schluß, daß durch Temperaturerhöhung die Prozesse des Wachstums, resp. der Wasseraufnahme durch wachsende Embryonen in demselben Grade beschleunigt werden, wie die Gestaltungsprozesse.

Wenn wir nun die Schlußfolgerungen beachten, zu denen wir am Ende des vorigen Abschnitts gelangt sind: daß mit den Gestaltungsprozessen in den Anfangsstadien der Entwicklung die Menge des aus der Umgebung aufgenommenen Wassers im engsten Zusammenhange steht und ferner, daß zwischen der Menge des aufgenommenen Wassers und den Prozessen des Stoffwechsels eine enge Beziehung besteht, so bilden diese meine obigen Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur eine Bestätigung jener Schlußfolgerungen. Die Temperatur übt meiner Ansicht nach lediglich einen mittelbaren Einfluß auf das Wachstum aus, sie beschleunigt den Stoffwechsel, und erst dieser Kreis von Erscheinungen bestimmt das Tempo der Wasseraufnahme und damit zugleich auch das des Wachstums.

2. Wasserpermeabilität des Protoplasmas. Krabbe (96) war der erste, welcher in der Pflanzenphysiologie auf die große Bedeutung der Wasserpermeabilität des Protoplasmas, resp. der Plasmahaut für das Zellenwachstum hinwies. Werden zwei plasmolysierte Zellen, deren osmotischer Innendruck der gleiche ist, in Wasser gelegt, so erreichen sie den Turgeszenzzustand in der gleichen Zeit nur in dem Falle, wenn ihre Plasmahäute den gleichen Grad von Permeabilität besitzen. Ist ihre Permeabilität verschieden, so erreicht eine Zelle um so früher den Turgeszenzzustand, je größer ihre Wasserpermeabilität ist. Hier müssen wir jedoch beachten, daß durch die Permeabilität ausschließlich die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme bedingt wird, daß sie aber auf den Schlußwert des osmotischen Druckes absolut keinen Einfluß hat.

Durch die Untersuchungen dieses Autors, ferner durch die von van Rysselberghe (02) ist festgestellt worden, daß die Temperatur ein die Permeabilität des Plasmas der Pflanzenzellen stark beeinflussender Faktor ist; diese Autoren haben gezeigt, daß in einer Temperatur von 20—25° C die plasmolysierten Zellen den Turgeszenzzustand 5—8 mal schneller erreichen, als in einer Temperatur von 0—5° C.

Bei meinen Untersuchungen habe ich mir die Frage vorgelegt, ob der Grad der Permeabilität der Zellenwand einen Einfluß auf



die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme während der Furchung ausübt. Mit Rücksicht darauf, daß in der zoologischen Literatur Angaben über derartige Untersuchungen fehlen, führten wir eine Reihe von Versuchen aus, die den Zweck hatten, vor allem festzustellen, ob die Wasserpermeabilität des Protoplasmas der Tierzelle in demselben Maße von der Temperatur abhängt, wie es von Krabbe und van Rysselberghe für die Pflanzenzelle gezeigt worden ist.

Als Versuchsmaterial benutzten wir frisch dem Eierstock entnommene, unbefruchtete Froscheier. Unsere vorhin besprochenen Resultate haben gezeigt, daß nach Unterbringung solcher Eier in Wasser ihr Volumen infolge von Wasseraufnahme schnell wächst (vergl. Tab. II.); diese Erscheinung beruht auf dem Unterschied des osmotischen Druckes zwischen dem Mutterorganismus und dem Wasser, in welches die Eier eingetaucht wurden. Wenn die Temperatur auf den Grad der Permeabilität des Eiprotoplasmas einen Einfluß hat, so müßte die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme durch unbefruchtete Eier in niedrigerer Temperatur geringer sein als in höherer.

Vor Beginn des Versuches stellten wir die frisch aus dem Eierstock herausgenommenen und auf zwei Glasplatten befestigten Eier

TABELLE XII.

Versuchs Nr.	Dauer des Aufenthaltes der Eier in destill. Wasser vor Beginn der Messungen	Durchschnittsvolumen eines Eies in einzelnen Portionen	Temperatur	Zeitintervall zwischen den einzelnen Messungen	Durchschnittsvolumen eines Eies am Schluß des Versuches	Durchschnlt. Volumen- zunahme eines Eies bei zwei verschiedenen Temperaturen
		emm.			emm.	emm.
1.	4	2·38	10°	4	2·43	0·05
		2·43	20°		2·65	0·22
2.	3	2·70	10°	5	2·75	0·05
		2·66	20°		2·94	0·28
3.	2	3·01	10°	4	3·04	0·03
		3·01	20°		3·17	0·16
4.	2	3·04	10°	4	3·10	0·06
		3·03	20°		3·27	0·24

auf einige Stunden in destilliertes Wasser von Zimmertemperatur, worin die Gallerte stark aufquoll und die Eier infolge der Wasseraufnahme eine vollkommen kugelförmige Form annahmen. Nach Herausnahme der Eier aus dem Wasser wurden sie gemessen, und alsdann sofort in zwei Gefäßen mit destilliertem Wasser untergebracht, die nun in Thermostaten mit den konstanten Temperaturen von 10 und 20° C gestellt wurden. Die Zeit, während welcher die Eier in den verschiedenen Temperaturen verblieben, war in jedem Versuch die gleiche und betrug für die Mehrzahl der Versuche 4 Stunden.

In den Versuchen, deren Ergebnisse in der beigegeführten Tabelle zusammengestellt sind, wurden in jeder Portion je 10 Eier gemessen. Aus den in jedem Versuch ausgeführten Messungen berechneten wir das durchschnittliche Volumen eines Eis in jeder Portion vor Beginn und nach Beendigung des Versuches. Der Unterschied zwischen dem ursprünglichen und dem endgültigen Volumen der Eier, die in verschiedenen Temperaturen gehalten wurden, bezeichnet den Volumenzuwachs, resp. die Menge des durch die Eier während der Dauer des Versuches aufgenommenen Wassers.

Aus der Größe der Zuwächse der Eivolumina in jeder Portion sehen wir, daß die Menge des Wassers, welches von den Eiern während ein und derselben Zeit bei verschiedenen Temperaturen aufgenommen wird, sehr verschieden ist. Im ersten Versuch nahmen die in einer Temperatur von 10° C verweilenden Eier während der Dauer von 4 Stunden 0·05 cmm Wasser auf, in einer Temperatur von 20° C dagegen 0·22 cmm, d. h. mehr als viermal so viel. Andere Versuche weisen noch größere Differenzen auf. Wenn wir die Resultate der einzelnen Versuche zusammenfassen, so können wir feststellen, daß bei einer Erhöhung der Temperatur um 10° die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme sich vergrößert hat: im ersten Versuch — 4·4 mal, im zweiten — 5·6 mal, im dritten — 5·3 mal, im vierten — 4 mal. Wir können wohl behaupten, daß, wenn man die Temperatur von 10 auf 20° steigen läßt, die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme durch unbefruchtete Eier sich fast fünffach (4·8 mal) vergrößert.

Da in den einzelnen Versuchen nur Eier, die demselben Weibchen entstammten, untersucht wurden, so ist es wenig wahrscheinlich, daß die festgestellten Unterschiede in der Wasseraufnahme durch Schwankungen des osmotischen Drucks in den zu den Ver-



suchen angewandten Eiportionen verursacht sein könnten. Ferner besteht auch die Möglichkeit, daß die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme von Veränderungen chemischer Natur, die sich innerhalb der unbefruchteten Eier abspielen, beeinflußt wird <sup>1)</sup>. Diese Veränderungen könnten namentlich in höherer Temperatur eine intensivere Produktion von osmotisch aktiven Substanzen verursachen. Da jedoch chemische Reaktionen im Bereiche von 10° eine höchstens dreifache Beschleunigung erleiden, könnten wir hier, wo wir doch fast die fünffache Beschleunigung konstatiert haben, kaum einen Teil dieser Differenz auf Veränderungen chemischer Natur zurückführen. Die Hauptursache der Geschwindigkeitsänderungen in der Wasseraufnahme bilden ohne Zweifel die Änderungen in dem Grade der Wasserpermeabilität des Protoplasmas, und darum können wir die Resultate unserer Versuche dahin deuten, daß bei einer Erhöhung der Temperatur von 10 auf 20° C die Wasserpermeabilität des Protoplasmas der Froscheier ungefähr um das Fünffache steigt. Nach den von van Rysselberghe (02, S. 245) angegebenen Tatsachen wächst die Wasserpermeabilität der Pflanzenzellen zwischen 0—10° C — 3·4 mal und zwischen 10—20° C — 2·07 mal. Der Einfluß der Temperatur ist somit in unseren Versuchen bedeutend größer.

Um auf die Besprechung des Furchungsprozesses bei Froscheiern zurückzukommen, so müßte — falls in diesem Entwicklungsprozeß die Permeabilität der Zellenwand einen Faktor bildet, der auf die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme durch das Blastocoel einen Einfluß ausübt, — die Menge des aufgenommenen Wassers in niedrigerer Temperatur kleiner sein, als in höherer. Im Bereiche von 10—20° C steigert sich die Geschwindigkeit der Furchung, wie wir festgestellt haben (Tab. X), ungefähr 2½ mal (2·4), die Wasserpermeabilität des Protoplasmas dagegen sogar 5 mal. Der Umstand, daß sich die Wasserpermeabilität in höherem Maße vergrößert als die Furchungsgeschwindigkeit, würde zur Folge haben, daß am Ende des Furchungsprozesses eine größere Wassermenge bei der höheren Temperatur aufgenommen würde. Durch unsere Versuche ist jedoch festgestellt worden (Tab. XI), daß die Temperaturerhöhung an der Menge des durch die Froscheier während der Furchung aufgenommenen Wassers nichts ändert.

<sup>1)</sup> Vergl. Loeb (06a).



Diese Tatsache deutet also mittelbar darauf hin, daß in den sich furchenden Keimen der Grad der Wasserpermeabilität der Zellenmassen einen Einfluß auf die Prozesse der Wasseraufnahme nicht auszuüben scheint.

Aus der embryologischen Abteilung des anatomischen Institutes in Krakau.

### Literaturverzeichnis.

- Abegg R. 1905. Zeitschr. f. Elektrochemie. Nr. 33.  
 — 1905. Ebenda. Nr. 46.  
 Bataillon E. 1901. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 12.  
 — 1904. Ebenda. Bd. 18.  
 Bezold. 1857. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 8.  
 Davenport C. B. 1897. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. T. 28.  
 — 1897—9. Experimental Morphology. P. I—II. London.  
 Driesch H. 1893. Mitteil. der Zool. Stat. Neapel. Bd. 11.  
 — 1894. Analytische Theorie der organischen Entwicklung. Leipzig.  
 — 1901. Erg. d. Anatomie u. Entw. Bd. 11.  
 — 1906. Erg. d. Physiologie. Jahrg. 5.  
 Galloway T. W. 1900. Amer. Natur. T. 34.  
 Godlewski E. jun. 1901. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 11.  
 Hamburger H. J. 1902—4. Osmotischer Druck und Ionenlehre. Bd. I—III.  
 Hasselbalch K. A. 1900. Skand. Arch. f. Physiologie. Bd. 10.  
 Herbst C. 1892. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55.  
 — 1893. Mitteil. der Zool. Stat. Neapel. Bd. 11.  
 — 1893a. Biol. Zentralblatt. Bd. 13.  
 Hertwig O. 1897. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 51.  
 — 1906. Handb. d. Entw.-Geschichte d. Wirbeltiere. Bd. I.  
 His W. 1874. Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung. Leipzig.  
 Höber. 1906. Physikalische Chemie d. Zelle u. d. Gewebe. II. Aufl.  
 Korschelt E. u. Heider K. 1902. Lehrbuch d. vergleichenden Entwicklungsgeschichte d. wirbellosen Tiere. I. Lief.  
 Krabbe G. 1896. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 29.  
 Loeb J. 1891—2. Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere. T. I—II. Würzburg.  
 — 1893. Arch. f. ges. Physiologie. Bd. 55.  
 — 1898. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 7.  
 — 1902. Ebenda. Bd. 15.  
 — 1904. Arch. f. ges. Physiologie. Bd. 103.  
 — 1906. Vorlesungen über d. Dynamik d. Lebenserscheinungen. Leipzig.  
 — 1906a. Untersuchungen über künstliche Parthenogenese. Leipzig.  
 Lyon E. P. 1907. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 23.  
 Pantanelli E. 1904. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 40.  
 Peter K. 1905. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 20.

- Pfeffer W. 1877. Osmotische Untersuchungen. Leipzig.  
 — 1904. Pflanzenphysiologie. 2 Bände.  
 Roux W. 1895. Ges. Abhandlungen. Bd. II.  
 Van Rysselberghe. 1902. Recueil d. l'Inst. Bot. publ. par Errera. T. 5.  
 Sachs J. 1887. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig.  
 Schaper A. 1902. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 14.  
 Schultze O. 1887. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 45.
- 

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

24 Października 1908.





# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen - Trialdéhyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedborz . . . . .	Janv. 1908
L. Marchlewski, St. Piasecki. Preparing phylloporphyrine . .	Mars 1908
Lad. Natanson. Elliptic polarization of light (magn. field) . .	Mars 1908
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phyllotaonine converted into phytorhodines . . . . .	Avril 1908
L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chloro- phylls unter dem Einfluss von Säuren . . . . .	Avril 1908
J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . .	Avril 1908
*K. Olszewski. Die Verflüssigung der Gase . . . . .	Mai 1908
K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen . . . . .	Mai 1908
M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl . . . . .	Mai 1908
J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny . . . . .	Mai 1908
Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel	Juin 1908
K. Jabłczyński. Kinetik der Folgereaktionen . . . . .	Juill. 1908
K. Jabłczyński. Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit	Juill. 1908
K. Kling. O-, m-, p-Tolyläthylalkohole . . . . .	Juill. 1908
A. Korczyński. Anormale Salze . . . . .	Juill. 1908
J. Buraczewski, T. Koźniewski. Jodderivate des Strychnins etc.	Juill. 1908
F. Kamiński. Microphotographie stéréoscopique . . . . .	Juill. 1908

## B). Sciences biologiques.

M. Raciborski. Hemmung d. Beweg. wachst. b. Basidiobolus . .	Janv. 1908
*Vl. Kulczyński. Fragmenta arachnologica VI . . . . .	Janv. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908

\* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung . . . . .	Févr. 1908
J. Browiński. Proteinsäuren im Blute . . . . .	Févr. 1908
K. Stołyhwo. Le crâne de Nowosiółka etc. . . . .	Févr. 1908
J. Browiński, S. Dąbrowski. Dosage d. l. mat. color. des urines . . . . .	Mars 1908
H. Zapałowicz. Revue-critique de la Flore de la Galicie. XII . . . . .	Mars 1908
J. Młodowska. Histogenese der Skelett-Muskeln. . . . .	Mars 1908
Ch. Klecki, A. Wrzosek. Passage de microbes dans les urines . . . . .	Mars 1908
F. Krzyształowicz, M. Siedlecki. Etude exp. de la syphilis . . . . .	Mars 1908
J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . .	Avril 1908
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . .	Avril 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . .	Avril 1908
B. Petschenko. Bacillopsis stylopygae; nov. gen. et nov. spec. . . . .	Avril 1908
H. Krzemieniewska. Ernährung des Azotobaktors . . . . .	Mai 1908
H. Zapałowicz. Revue-critique de la flore de la Galicie. XIII . . . . .	Mai 1908
H. Hoyer. Lymphgefäßsystem der Froschlarven. II . . . . .	Mai 1908
E. Rosenhauch. Flora des physiologischen Bindehautsacks der Neu- geborenen . . . . .	Mai 1908
J. Dunin-Borkowski. Hämolytische Wirkung von Hg-Salzen . . . . .	Juin 1908
J. Nusbaum. Entwicklungs-Geschichte der Occipitalregion des Schädels etc. bei den Cyprinoiden . . . . .	Juin 1908
J. Hirschler. Embryonale Entwicklung der Coleopteren . . . . .	Juin 1908
E. Godlewski jun. Transformation des Protoplasmas in Kernsub- stanz bei Echiniden . . . . .	Juin 1908
*VI. Kulczyński. Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognoscendam. Pars I . . . . .	Juin 1908
R. Nitsch. Microbes anticholériques dans l'air . . . . .	Juin 1908
Ed. Janczewski. Anthères stériles des groseilliers . . . . .	Juill. 1908
B. Namysłowski. Wawelia regia nov. subfam. gen. sp. . . . .	Juill. 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. XIV . . . . .	Juill. 1908
C. Rouppert. Discomycetum species novae tres . . . . .	Juill. 1908
P. Wiśniewski. Fruchtform bei Zygorhynchus Moelleri Vuill. . . . .	Juill. 1908
M. Siedlecki. Der javanische Flugfrosch (Rhacophorus reinw.) . . . . .	Juill. 1908
B. Konopacka. Gestaltungsvorgänge d. zentrifugierten Froschkeime . . . . .	Juill. 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des In- sektenovariums. Dritte Mitteilung . . . . .	Juill. 1908

\* Ce mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les  
demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł.,  
Cracovie (Autriche).

N° 9.

NOVEMBRE.

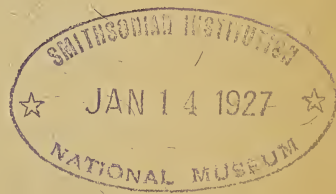
1908.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1908.



L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESŁAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 9.

Novembre.

1908.

- Sommaire:** 62. G. G. WILENKO und Z. MOTYLEWSKI. Über die Wirkung von Natrium auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol.  
63. ST. BONDZYŃSKI und V. HUMNICKI. Quantitative Untersuchungen über das Verhalten von Salol sowie von Distearylsalizylglyzerid im Organismus.  
64. W. GAWIŃSKI. Quantitative Untersuchungen über die Ausscheidung von Proteinsäuren im Harn von gesunden Menschen sowie in einigen Krankheitsfällen.  
65. A. W. JAKUBSKI. Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems im vorderen und im hinteren Körperende der Hirudineen; nebst Bemerkungen über deren Neuromerie.  
66. ST. KOPEĆ. Experimentaluntersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtscharaktere bei Schmetterlingen.  
67. R. MINKIEWICZ. Étude expérimentale du synchromatisme de Hippolyte varians Leach.  
68. S. KRZEMIENIEWSKI. Untersuchungen über *Azotobacter chroococcum* Beij.

Séance du lundi 2 Novembre 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ED. JANCZEWSKI.

62. *O działaniu sodu na cholesterynę w wyskoku amylowym.* — *Über die Wirkung von Natrium auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol.* Note de MM. G. G. WILENKO et Z. MOTYLEWSKI, présentée par M. L. Marchlewski m. t.

Die Angabe, welche von Neuberg<sup>1)</sup> sowie gleichzeitig von Diels und Abderhalden<sup>2)</sup> gemacht wurde, daß das *Cholesterin* in amylnalkoholischer Lösung mittels Natrium in *Dihydrocholesterin* sich überführen läßt, und insbesondere die Vermutung von Neuberg, daß der von ihm erhaltene, bei einer Temperatur von 119—124° C schmelzende Körper mit dem von Bondzyński<sup>3)</sup> in menschlichen Faeces gefundenen und von Bondzyński und

<sup>1)</sup> Ber. d. d. ch. Ges. 39 (1906), 1155 und Neuberg und Rauchwerger, Sal-kowski-Festschr. 279 (1904).

<sup>2)</sup> Ber. d. d. ch. Ges. 39, 884.

<sup>3)</sup> Ber. d. d. ch. Ges. 29 (1896) 476.

Humnicki<sup>1)</sup> als Dihydrocholesterin erkannten *Koprosterin* vom Schmelzpunkt 95—96° C identisch wäre, veranlaßte uns zu prüfen, in welcher Beziehung das von diesen Autoren synthetisch erhaltene Produkt zu dem normalen Bestandteil der menschlichen Faeces stünde. Während jedoch Neuberg von der Annahme sich leiten ließ, daß das *Koprosterin* etwa noch unrein sein könnte und daher einen gegenüber dem des synthetischen Dihydrocholesterin niedrigeren Schmelzpunkt aufwies, wurden wir im Gegenteil zu unserer Untersuchung durch den Umstand angeregt, daß sowohl das „ *$\alpha$ -Cholestanol*“ von Diels und Abderhalden, wie auch das „*Dihydrocholesterin*“ von Neuberg keinen scharfen Schmelzpunkt aufwiesen, indem wir vermuteten, daß in beiden Fällen das erhaltene Produkt der Reduktion mit anderen cholesterinartigen Körpern verunreinigt sein könnte.

Die Reduktionsversuche haben wir bald nach der Vorschrift von Diels und Abderhalden, bald nach derjenigen von Neuberg ausgeführt. Neben einem in reichlicher Menge gebildeten öligen Körper, welcher das Hauptprodukt der Reaktion war, welcher jedoch zur Kristallisation nicht gebracht werden konnte, haben wir in ähnlicher Weise wie die genannten Autoren ein kristallinisches Rohprodukt erhalten, welches wir nun einer fraktionierten Kristallisation unterwarfen, indem wir dasselbe in Alkohol lösten und durch allmählichen Zusatz von Wasser eine Reihe von kristallinischen Fraktionen nacheinander ausfallen ließen.

Auf diese Weise haben wir in der Tat eine in langen Prismen kristallisierende Verbindung gewonnen, welche bei 118—126° schmolz, eine Drehung der Polarisationssebene nach rechts bewirkte<sup>2)</sup> und auch in sonstigen Eigenschaften wie das  *$\alpha$ -Cholestanol*, resp. wie das *Dihydrocholesterin* der genannten Autoren sich verhielt. Wir möchten jedoch gleich mitteilen — und zwar ohne die Einheitlichkeit des soeben beschriebenen Körpers, welcher übrigens inzwischen von Windaus<sup>3)</sup> auf anderem Wege erhalten, für ein Isomer des Cholesterins erklärt und *Cyclocholesterin* genannt wurde, in Zweifel zu ziehen — daß wir neben diesem Körper, — welcher der Menge nach

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. physiol. Ch. 22, 396.

<sup>2)</sup> Über die Resultate wurde ein vorläufiger Bericht am 22 Juli 1907 in der Versammlung polnisch. Naturforscher und Ärzte in Lemberg erstattet.

<sup>3)</sup> Neuberg, l. c.

<sup>3)</sup> Ber. d. d. ch. Ges. 40 (1907), 2637.



die anderen kristallinen Produkte überwog, — unter den Produkten der Wirkung von Natrium auf Cholesterin noch zwei andere bisher nicht bekannte cholesterinartige Verbindungen fanden, von denen wir die eine wegen ihrer Ähnlichkeit mit Koprosterin *l-Koprosterin*, die andere dagegen *γ-Cholesterin* nennen möchten.

### 1-Koprosterin

ist unter den drei durch Einwirkung von Natrium auf Cholesterin erhaltenen Körpern die in Äthylalkohol am leichtesten lösliche Verbindung; sie wurde deshalb bei der fraktionierten Kristallisation in den zu allerletzt kristallisierenden Fraktionen gefunden. Es kristallisierte in langen Nadeln, welche aus konzentrierten Lösungen, ähnlich wie die Kristalle des Koprosterins in schönen Warzen sich ausschieden. Nach vielfachem Umkristallisieren aus mäßig konzentriertem Alkohol und einige Wochen langem Stehenlassen über Schwefelsäure schmolzen die Kristalle bei 86—87° C. Die einzige Elementaranalyse, mit welcher wir uns begnügen mußten, — weil die Substanz trotz Verarbeitung von 140 g Cholesterin nach langwierigem Fraktionieren und vielen Kristallisationen uns schließlich nur in der Menge von etwa 0.4 g zur Verfügung stand, — ergab

0.1726 g Subst.: 0.5228 g CO<sub>2</sub>; 0.1972 g H<sub>2</sub>O

C<sub>27</sub>H<sub>48</sub>O. Ber. C 83.50; H 12.38

Gef. C 82.60; H 12.69,

und zwar wohl leider infolge eines Fehlers einen dem Koprosterin gegenüber etwas zu niedrigen Kohlenstoffgehalt, jedoch einen mit der Formel des Koprosterins gut übereinstimmenden Wasserstoffgehalt.

Die Verbindung glich dem Koprosterin außerdem auch vollkommen in seinem Verhalten in den Farbenreaktionen. Seine Lösung in Chloroform ließ nämlich beim Zusatz von Schwefelsäure ähnlich wie eine Lösung des Koprosterins nur träge die Farbenveränderung erscheinen und wurde nicht orangerot, sondern nur strohgelb gefärbt; und ebenso übereinstimmend mit dem Verhalten des Koprosterins verlief auch die Reaktion einer solchen Lösung mit Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure. Von Koprosterin unterschied sich die Verbindung außer durch ihren Schmelzpunkt durch ihr optisches Verhalten: sie drehte nämlich die Polarisationssebene im Gegensatz zum Koprosterin nach links, und zwar war  $[\alpha]_D^{20} = -14.3$ .

Trotz der Differenz in der spezifischen Drehung (für das gewöhnliche Koprosterin wurde  $[\alpha]^D = +24^\circ$  gefunden) glauben wir, daß das l-Koprosterin ein optisches Isomer des Koprosterins ist.

### $\gamma$ -Cholesterin

wurde in etwas besserer Ausbeute als das l-Koprosterin aus den am schwersten löslichen Fraktionen des Reduktionsproduktes, und zwar in rhombischen, den Cholesterinkristallen ähnlichen glänzenden Plättchen erhalten. Nach vielfachem Umkristallisieren aus konzentriertem Alkohol und längerem Trocknen über Schwefelsäure schmolzen die Kristalle bei  $135\text{--}137^\circ\text{C}$

0.1486 g Subst.: 0.4606 g  $\text{CO}_2$ , 0.1626 g  $\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$  . Ber. C 83.94; H 11.91  
 Gef. C 83.36; H 12.15

Obwohl die Verbindung viel Ähnlichkeit mit Cholesterin aufwies (Verhalten in der Farbenreaktion), so war sie doch mit demselben nicht identisch. Sie war nämlich leichter löslich in konz. Alkohol und im Gegensatz zum gewöhnlichen Cholesterin — nicht links drehend. Von zwei Präparaten, welche von uns erhalten wurden, lenkte nämlich das eine die Polarisationssebene nach rechts ( $[\alpha]^D = +15.4^\circ$ ), das andere war zu unserem Erstaunen optisch inaktiv. Um aufzuklären, ob die erhaltene Verbindung nicht etwa ein Polymer des Cholesterins wäre, haben wir die Bestimmung ihres Molekulargewichtes mit ihrer Lösung in Benzol ausgeführt; M wurde zu 360 gefunden (für  $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$  ber. 386).

### Essigsäureester.

Zur besseren Charakterisierung des  $\gamma$ -Cholesterins haben wir noch dessen Azetat und zwar durch Erhitzen des  $\gamma$ -Cholesterins  $\frac{1}{2}$  Stunde lang auf dem Wasserbade, Eindunsten der Reaktionsmasse in vacuo über Natronhydrat und Umkristallisieren aus Alkohol erhalten. Dasselbe stellte feine Nadeln dar, welche bei  $100\text{--}102^\circ$  schmolzen.

Aus der Ähnlichkeit des  $\gamma$ -Cholesterins mit dem gewöhnlichen Cholesterin könnte man schließen, daß das erstere ein optisches Isomer des letzteren wäre, dem widerspricht jedoch die Beobachtung, daß das  $\gamma$ -Cholesterin Brom offenbar nicht addiert, weil beim Bromieren desselben in einer Lösung in Schwefelkohlenstoff auf 1 Molekül

$\gamma$ -Cholesterin ein Bromverbrauch festgestellt wurde, welcher bloß einem  $\frac{1}{2}$  Atom statt 2 Atomen Brom entsprach.

Es bleibt noch schließlich zu erwähnen, daß  $\gamma$ -Cholesterin in bedeutend besserer Ausbeute erhalten wurde, wenn die Wirkung von Natrium unter mäßiger Kühlung bei 110–115°, als wenn dieselbe bei der Siedetemperatur des Amylalkohols (130–131°) verlief. Die letztere Temperatur schien dagegen für die Entstehung des l-Koprosterins günstiger zu sein.

Lwów (Lemberg). Medizinisch-chemisches Institut.

63. *Badania ilościowe nad zachowaniem się w ustroju salolu oraz glicerydu dwustearylsalicylowego. — Quantitative Untersuchungen über das Verhalten von Salol sowie von Distearylsalizylglyzerid im Organismus.* Mémoire de MM. **ST. BONDZYŃSKI** et **V. HUMNICKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t. dans la séance du 6. Juillet 1908.

Die vorliegenden Untersuchungen haben wir im Anschluß an die von einem von uns<sup>1)</sup> vor einigen Jahren veröffentlichten Forschungen über das Verhalten einiger nahe verwandten Salizylsäureester im menschlichen Organismus unternommen.

### Versuche mit Salol.

Das Verhalten von Salol im Organismus, sowie außerhalb desselben gegenüber verschiedenen tierischen Geweben und Säften wurde zwar vielfach zum Gegenstand von Untersuchungen gemacht, jene Untersuchungen waren jedoch meistens qualitativer Art; wir haben uns deshalb vorgenommen, an der Hand von quantitativen analytischen Methoden das Schicksal des Salols, d. h. den Verlauf der Resorption desselben in seiner ganzen Ausdehnung zu untersuchen. Ein solcher Versuch versprach unter anderen auch der Aufklärung der interessanten Frage zu dienen, warum das Salol, welches ja etwa 44% Phenol abspalten läßt, eine so harmlose Verbindung ist, daß in ihrer Form mehrere Gramm Phenol auf einmal

<sup>1)</sup> Bondzyński. Arch. f. exp. Pathol. und Pharmakol. Bd. 38, 88.



dem Organismus ohne merkliche schädliche Wirkung einverleibt werden können.

Um das Verhalten des Salols klarer hervortreten zu lassen, haben wir an die Versuche mit Salol einige ähnlich ausgeführte Versuche mit Salizylsäure angeschlossen.

Der Fortgang der Resorption, resp. der Spaltung von Salol ließ sich auf die Weise verfolgen, daß die Zeit nach der Einnahme desselben in mehrere Abschnitte geteilt und in jeder von den während der einzelnen Zeitperioden gesammelten Harnportionen eine Bestimmung der Salizylsäure, resp. eine Salizylsäure- und Phenolbestimmung ausgeführt wurde. Bei den Versuchen mit Salol haben wir nämlich unsere Aufmerksamkeit den beiden Spaltungsprodukten zugewendet.

Zuerst aber mußten analytische Methoden ausgearbeitet werden.

Eine Methode der Bestimmung von Salizylsäure ergab sich aus unserer Beobachtung, daß eine alkoholische Lösung von Salizylsäure mit einer wäßrigen Lösung von Baryumhydrat einen Niederschlag von basischem Baryumsalz gibt und daß Salizylsäure in dieser Form vollständig ausgefällt werden kann, daß ferner weder Benzoësäure noch flüchtige Fettsäuren aus alkoholischer Lösung beim Zusatz von Baryumhydrat ausfallen.

Die Bestimmung der Salizylsäure im Harn wurde also folgendermaßen ausgeführt. Der Harn wurde mit konzentrierter Salzsäure angesäuert (1 Vol. konz. Salzsäure zu 10 Vol. Harn) und 6 Stunden lang in einem Kolben am Rückflußkühler gekocht. Die Lösung wurde nach dem Erkalten mit Natronlauge bis zur alkalischen Reaktion versetzt, auf einem Wasserbade bis zur Trockene eingedampft und der erhaltene Rückstand im Soxhlet'schen Apparate mit Alkohol ausgezogen. Der Alkoholauszug wurde nach dem Verjagen des Alkohols in Wasser gelöst, mit Salzsäure angesäuert und im Schwarz'schen Apparat mit Äther extrahiert. Aus dem Ätherextrakt wurde der Äther verdunstet, der Rückstand in Alkohol gelöst und mit einer konzentrierten wäßrigen Barytlösung gefällt. Der Niederschlag enthielt neben überschüssigem Baryumhydrat ein basisches Baryumsalizylat: derselbe wurde abgesaugt, mit 85 % barythaltigem Alkohol, dann mit absolutem Alkohol und darauf mit Äther gewaschen, in Wasser unter Zusatz von Salzsäure gelöst und die Lösung im Extraktionsapparate mit Äther ausgezogen.

Die aus diesem Ätherextrakte nach dem Verdunsten gewonnene

Salizylsäure wurde bei 50—55°C bis zum konstanten Gewicht getrocknet und gewogen.

Bei Gegenwart von Phenol ließ sich die Salizylsäure nach diesem Verfahren nicht bestimmen, weil das Phenol in alkoholischer Lösung mit Baryumhydrat ebenfalls gefällt wurde. Da Salizylsäure und Phenol gegen die meisten Fällungsmittel überhaupt sich ähnlich verhalten, so war an eine Trennung dieser Körper durch Fällung nicht zu denken; es wurde daher versucht, die Salizylsäure an Baryt zu binden und das ungebundene Phenol durch Abdestillieren zu trennen. In der Tat konnten wir durch Zusatz von Baryt zu einer Lösung, welche Salizylsäure und Phenol enthielt, und durch Behandlung derselben mit Kohlensäure eine Lösung von salizylsaurem Baryum und Phenol erhalten, aus welcher das Phenol durch Abdestillieren sich vollständig entfernen ließ. Auf diese Beobachtung haben wir die Bestimmung der beiden Verbindungen nebeneinander gegründet. Der Harn wurde zu diesem Zweck mit Salzsäure angesäuert (10:1) und unter Zusatz von Wasser destilliert. In das Destillat (*a*) ging die ganze Phenolmenge sowie ein Teil der Salizylsäure über. Der größere Teil der Salizylsäure blieb im Destillationsrückstand (*a'*) zurück. Durch dieses Destillat wurde nun zur Entfernung der Kohlensäure kurze Zeit ein Luftstrom durchgeleitet, dann wurde die Flüssigkeit mit einer Barytlösung im Überschuß versetzt, mit Kohlensäure gesättigt, von kohlensaurem Baryum filtriert und das Filtrat wiederum einer Destillation unterworfen. Jetzt destillierte mit Wasserdampf nur das Phenol. Der Rückstand (*b'*) enthielt die bei der ersten Destillation übergegangene Salizylsäure als salizylsaures Baryum, das Destillat (*b*) war eine reine Phenollösung. Die Salizylsäure war also aus den Destillationsrückständen *a'* und *b'* zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurde der erste Destillationsrückstand (*a'*) mit Natronlauge bis zur alkalischen Reaktion versetzt und bis zur Trockene eingedampft. Der erhaltene Trockenrückstand wurde im Soxhlet'schen Apparate mit Alkohol ausgezogen; der Alkoholauszug wurde nach dem Verjagen des Alkohols in Wasser aufgenommen, mit dem das salizylsaure Baryum enthaltenden Destillationsrückstand (*b'*) vereinigt, die resultierende Lösung mit Salzsäure angesäuert und im Schwarz'schen Apparate der Extraktion mit Äther unterworfen. Der Ätherextrakt wurde nach dem Verdunsten des Äthers in Alkohol gelöst und mit einer Lösung von Baryumhydrat gefällt. Aus diesem Niederschlag wurde

die Salizylsäure in der bereits beschriebenen Weise in einigermaßen<sup>1)</sup> reinem Zustand erhalten und gewogen.

Im Destillat (*b*) ließ sich das Phenol bestimmen. Zu diesem Zweck wurde dieses Destillat unter Zusatz von Natronlauge konzentriert, dann mit Salzsäure angesäuert und das Phenol daraus mit Bromwasser gefällt; das erhaltene Tribromphenol wurde nach dem Schütteln mit verdünnter Lösung von Natriumbisulfit auf ein tariertes Filter gebracht, im Vakuumexsikkator bis zum konstanten Gewicht getrocknet und gewogen.

Selbstverständlich haben wir uns von der Zuverlässigkeit dieser Methoden durch besondere Versuche, auf welche hier nicht eingegangen werden kann, überzeugt.

Die Experimente wurden an 2 Personen ausgeführt.

#### Versuch A.

Verabreichung von Salizylsäure. Ein schwächlicher Mann von 24 Jahren hatte am 3. II., um 12 Uhr Mittags, 2·2 g Salizylsäure, als salizylsaures Natrium, eingenommen.

Perioden	Dauer der Perioden von	Perioden bis	Dauer d. Perioden in Stunden	Harnmenge in cm <sup>3</sup>	Salizylsäure gefunden
I	12 M.	3 N.	3	445	0·2841 g
II	3 N.	6 N.	3	425	0·4100
III	6 N.	9 N.	3	340	0·1772
IV	9 N.	9 V.	12	530	0·7438
V	9 V.	9 N.	12	585	0·3206
VI	9 N.	12 M.	15	660	0·0690
zusammen					2·0047

Verabreichung von Salol. Dieselbe Versuchsperson hatte am 20. II. 3·5 g Salol (= 2·2 g Salizylsäure) eingenommen.

<sup>1)</sup> Bemerkung. Eine Verunreinigung der erhaltenen Salizylsäure mit fremden unbekannten Substanzen war, obgleich geringer als bei der Fällung mit Bleiessig (vide Bondzyński, a. a. O.), auch bei dieser Methode nicht zu vermeiden. Es wurde daher bestimmt, wie viel von dieser Substanz aus der 24-stündigen Menge eines normalen Harns nach dem beschriebenen Verfahren erhalten wird. Es ergab sich im Mittel 0·12 g. Diese Zahl wurde bei unseren Bestimmungen in Betracht gezogen und von den Resultaten abgezogen.



Perioden	Dauer der Perioden von bis		Dauer d. Perioden in Std.	Harn- menge in cm <sup>3</sup>	Salizyl- säure	Tribrom- phenol	Phenol gefunden
I	12 M.	3 N.	3	780	0·1366	0·1416	0·0402
II	3 N.	6 N.	3	490	0·1205	0·3235	0·0918
III	6 N.	9 N.	3	250	0·1490	0·2541	0·0721
IV	9 N.	9 V.	12	500	0·4443	1·1720	0·3327
V	9 V.	9 N.	12	840	0·1624	0·6617	0·1878
VI	9 N.	9 V.	12	610	0·3077	0·2632	0·0747
VII	9 V.	9 N.	12	730	0·4420	0·0410	0·0116
VIII	9 N.	9 V.	12	850	0·1765	0·0142	0·0040 <sup>1)</sup>
IX	9 N.	9 V.	12	720	0·0212	—	—
					1·9402		0·8149

### Versuch B.

Verabreichung von Salizylsäure. Ein kräftiger gesunder über dreißig Jahre alter Mann hatte am 4. III. 2·2 g Salizylsäure in Form von Natriumsalizylat eingenommen.

Perioden	Dauer der Perioden von bis		Dauer d. Perioden in Stunden	Harnmenge in cm <sup>3</sup>	Salizylsäure gefunden
I	12 M.	3 N.	3	350	0·2018
II	3 N.	6 N.	3	275	0·3406
III	6 N.	9 N.	3	300	0·1588
IV	9 N.	9 V.	12	900	0·8402
V	9 V.	9 N.	12	950	0·2109
VI	9 N.	9 V.	12	1000	0·0532
VII	9 V.	9 N.	12	950	—
					1·8075

Verabreichung von Salol. Dieselbe Versuchsperson hatte am 10. III. 3·5 g Salol (= 2·2 g Salizylsäure) eingenommen.

Perioden	Dauer der Perioden von bis		Dauer d. Perioden in Std.	Harn- menge in cm <sup>3</sup>	Salizyl- säure	Tribrom- phenol	Phenol gefunden
I	12 M.	3 N.	3	290	0·0898	1·2162	0·3452
II	3 N.	6 N.	3	360	0·3450	1·0540	0·2992
III	6 N.	9 N.	3	350	0·1736	0·3534	0·1003

<sup>1)</sup> Der Phenolgehalt der 24-stündigen Menge des normalen Harns betrug bei der Versuchsperson A nach unserer Bestimmung 0·004 g.

IV	9 N.	9 V.	12	750	0.8981	0.4150	0.1178
V	9 V.	9 N.	12	1050	0.5755	0.1463	0.0415
VI	9 N.	9 V.	12	1180	0.0406	0.0796	0.0225
VII	9 V.	9 N.	12	1210	0.0608	0.0259	0.0073
VIII	9 N.	9 V.	12	650	—	0.0186	0.0052 <sup>1)</sup>
zusammen					2.1834		0.9390

Sowohl im Versuch **A** wie im Versuch **B** wurde nach Saloleinnahme auch eine Bestimmung des Salolgehaltes in den Faeces ausgeführt. Es gelangten zu dieser Untersuchung die in 6 Tagen nach Saloleinnahme entleerten Stühle. Im Versuch **A** haben wir uns bemüht, Salizylsäure aus den Faeces zu gewinnen, und zwar nach dem von einem von uns<sup>2)</sup> für die Untersuchung der Faeces auf die in Wasser unlöslichen Salizylsäureester angewandten Verfahren. Im Versuch **B** wurde dagegen das Phenol bestimmt. Die Phenolbestimmung wurde in folgender Weise ausgeführt. Die Faeces wurden zum Zweck der Spaltung von Salol mit verdünnter Natronlauge am Rückflußkühler gekocht, dann mit Salzsäure stark angesäuert und der Destillation mit Wasserdampf unterworfen. Das Destillat wurde mit Baryt versetzt, der Barytüberschuß mit Kohlensäure entfernt und das Filtrat noch einmal destilliert. Dieses Destillat wurde mit Natronlauge stark alkalisch gemacht, auf dem Wasserbade konzentriert und nach dem Ansäuern mit Salzsäure zur Fällung mit Bromwasser verwendet. Aus dem gefundenen Salizylsäure-, resp. Phenolgehalte wurde der Gehalt der Faeces an Salol berechnet.

Im Versuch **A** wurden 0.1113 g Salizylsäure gefunden, was 0.172 g Salol entspricht.

Im Versuch **B** wurden 0.475 g Tribromphenol erhalten, woraus sich 0.3070 g Salol berechnen lassen.

Wir sehen aus den Resultaten der Analysen, daß sowohl nach der Einnahme von Salol als nach dem Einverleiben von salizylsaurem Natrium die Ausscheidung von Salizylsäure unter gewissen Schwankungen ziemlich gleichmäßig vor sich geht. Ein bemerkenswertes Steigern der Ausscheidung von Salizylsäure ist in der Periode II fast in allen Versuchen zu verzeichnen. Nur im Versuch **A**, und

<sup>1)</sup> Der Phenolgehalt der 24-stündigen Menge des Harns der Versuchsperson **B** betrug 0.0125 g.

<sup>2)</sup> Bondzyński, a. a. O.

zwar nach der Einnahme von Salol ist die Ausscheidung von Salizylsäure in dieser Periode ein wenig schwächer als in den ersten 3 Stunden.

Es findet jedoch auch die erwartete Verzögerung der Resorption, resp. der Ausscheidung von Salizylsäure nach der Einführung von Salol in den Resultaten der beiden Versuche einen deutlichen Ausdruck.

Während in den Versuchen mit Salizylsäure in den ersten 21 Stunden nach der Einnahme der größere Teil der Salizylsäure in den Harn überging, so daß in der sechsten 12-stündigen Periode nur ein kleiner Rest ausgeschieden wurde, gelangte nach Salolgebrauch im Versuch **B** ein großer Teil, im Versuch **A** sogar der größere Teil der Salizylsäure gerade in dieser späteren, auf die ersten 21 Stunden folgenden Periode zur Ausscheidung. Bei der Versuchsperson **A**, wo die Resorption überhaupt einen protrahierten Verlauf hatte, dauerte die Ausscheidung von Salizylsäure 57 Stunden nach der Einnahme des Salols fort.

Die Verzögerung in der Ausscheidung von Salizylsäure nach der Einnahme von Salol ist wohl teils auf das mehr oder weniger passive Verhalten des Salols im Magen zurückzuführen, vielmehr jedoch darauf, daß das Salol vor der Resorption im Darm gespalten werden muß, sowie auf die besondere Fähigkeit der Salizylsäure, in alle Flüssigkeiten und Gewebe des Körpers zu gelangen und dort einige Zeit zurückgehalten zu werden. Durch die Verteilung des Resorptionsprozesses auf eine größere Fläche des Darms im Fall von Salol wird diese Durchtränkung der Gewebe mit Salizylsäure noch erleichtert.

Daß die Salizylsäure diesbezüglich sich eigentümlich verhält, läßt sich schließen beim Vergleichen der Ausscheidung der beiden Spaltungsprodukte nach Verabreichung von Salol. Im Versuch **B** ist fast die Hälfte des zur Ausscheidung gelangten Phenols in den ersten 3 Stunden nach der Einnahme ausgeschieden worden, und beinahe  $\frac{3}{4}$  der ausgeschiedenen Phenolmenge fanden sich im Harn der ersten 6 Stunden (Periode I und II), während der Hauptteil der ausgeschiedenen Salizylsäure auf die Perioden IV und V fiel und auf einen Zeitabschnitt von 24 Stunden, die auf die ersten 9 Stunden folgten, sich ausgedehnt hatte. Im Versuch **A** war die Ausscheidung sowohl von Phenol wie von Salizylsäure verhältnismäßig langsamer, trotzdem sind die Unterschiede im Verhalten der zwei Verbindun-



gen ebenfalls deutlich. Die Ausscheidung des Phenols war in der Periode VII, also nach 46 Stunden, fast bis auf die Höhe des Phenolgehaltes des normalen Harns gesunken, während Salizylsäure noch reichlich ausgeschieden wurde und die Ausscheidung in der darauf folgenden 12-stündigen Periode noch fort dauerte.

Auf dem soeben beschriebenen Verhalten des Salols, sowie insbesondere auch auf dem zuletzt genannten Umstand, oder mit anderen Worten auf der eigentümlichen Fähigkeit des Zirkulationsapparates, sich des resorbierten Phenols rasch zu entledigen, beruht auch wahrscheinlich die Ungiftigkeit des Salols.

Denn daß das aus der Spaltung des Salols resultierende Phenol nicht in höherem Maße oxydiert wird, als das im freien Zustand eingeführte, beweist der Vergleich unserer mit Salol angestellten Versuche mit den Versuchen, welche andere Forscher mit Phenol ausgeführt hatten. So fand Tauber<sup>1)</sup>, daß 45% bis 68%, Fr. Schaffer<sup>2)</sup>, daß 38% des eingeführten Phenols im Tierkörper (die Versuche wurden allerdings an Hunden ausgeführt) der Oxydation unterliegen. Unsere Experimente ergaben, daß von 1.53 g (= 3.5 g Salol) des in Form von Salol eingeführten Phenols die Versuchsperson A — 0.8149 g, die Person B sogar 0.9390 g im Harn erscheinen ließen, daß im ersten Fall 46%, im zweiten nur 37% der eingenommenen Menge im Organismus oxydiert wurden.

Wenn die Spaltung von Salol in den obersten Partien des Darms stattfindet, so wird doch ein geringer Teil bis in die untersten Partien desselben fortgeschoben. Macfayden, Nencki und Sieber haben bei Gelegenheit der an einer Frau mit einer Darmfistel angestellten Untersuchungen: „Über die chemischen Vorgänge im menschlichen Darm“ beobachtet, daß nach Saloleinnahme der an die Ileocoecal-Klappe gelangende Darminhalt Salizylsäurereaktion ergab. Wir haben uns überzeugen können, daß ein allerdings kleiner Teil des Salols (5–8%) der Spaltung entgeht und mit den Faeces ausgeschieden wird.

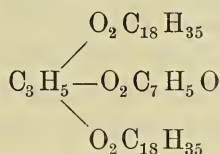
Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß die von uns untersuchten Prozesse offenbar sehr stark von individuellen Verhältnissen beeinflußt werden. In der Tat war im Fall A die Ausscheidung sowohl der Salizylsäure wie des Phenols gleichsam

<sup>1)</sup> Arch. f. exp. Pathol. und Pharmak. Bd. 28, S. 311.

<sup>2)</sup> Journal f. prakt. Chemie 18, 282.

schleppend. Ob weniger energische Prozesse der Spaltung oder der Resorption oder ein weniger schneller Blutumlauf daran schuld waren, bleibt dahingestellt. Es ist möglich, daß mehrere Faktoren daran beteiligt waren — die Versuchsperson war ein zu Verdauungsstörungen hinneigender 24-jähriger Mann von allgemein schwachem Körperbau und schwachem Stoffwechsel.

#### Versuch mit Distearylsalizylglyzerid.



Die Beobachtung von einem von uns<sup>1)</sup>, daß das Trisalizylglyzerid, das Trisalizylin im Verdauungskanal fast gar nicht gespalten, sondern unverändert mit den Faeces ausgeschieden wird, forderte dazu auf festzustellen, wie die nur einen Salizylsäurerest enthaltenden Triglyzeride im Organismus sich verhalten würden.

In erster Linie war hier an ein den Fetten nahe stehendes Glyzerid zu denken. Es wurde daher beschlossen, das Distearylsalizylglyzerid zu diesen Versuchen zu verwenden. Eine solche Verbindung war aber noch nicht bekannt, sondern mußte erst erhalten werden. Sie ließ sich durch Einwirkung von stearinsauerm Silber auf den von Fritsch<sup>2)</sup> erhaltenen Salizylsäuredichlorhydrinester darstellen. Den Salizylsäuredichlorhydrinester haben wir nach der Methode von Fritsch bereitet. Die erhaltenen Kristalle hatten die von diesem Autor angegebenen Eigenschaften und schmolzen bei 45° C. Diese Verbindung wurde nun mit trockenem stearinsauerm Silber unter Verreiben innig vermischt und in einem zugeschmolzenen Kölbchen 5 Stunden lang auf 125° erhitzt. Die Schmelze erstarrte nach dem Abkühlen zu einer harten Masse. Durch Ausziehen derselben mit Äther und Abdunsten des Äthers wurde eine ölige Substanz erhalten, welche beim Erkalten fest wurde und das Aussehen des nach dem Schmelzen erstarrten Butterfettes hatte. Dieser Rückstand wurde in heißem Alkohol gelöst; die alkoholische Lösung wurde beim Erkalten in einen Brei von schneeweißen Flocken

<sup>1)</sup> Bondzyński a. a. O.

<sup>2)</sup> Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 24, 775.

umgewandelt, welche unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung als aus Nadelchen bestehend sich erwiesen. Nach dem Abfiltrieren und Trocknen über Schwefelsäure wurde ein weißes Pulver erhalten, welches in seinen Eigenschaften und im Geschmack einem Fett sehr ähnlich war. Der Körper war in Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Petroleumäther äußerst leicht löslich, etwas schwieriger in Alkohol. Durch Umkristallisieren aus Alkohol gereinigt, zeigte die Substanz zwar keinen scharfen Schmelzpunkt, schmolz aber doch konstant zwischen  $46^{\circ}$  und  $49^{\circ}$  C. Die Verbindung lieferte beim Verseifen Salizylsäure und Stearinsäure und ergab bei der Elementaranalyse eine mit der Formel des Distearylsalizylsäureglyzerids übereinstimmende Zusammensetzung.

Gefunden:	Berechnet für $C_{46}H_{80}O_7$ :
C — 74·66%	74·19%
H — 11·07 „	10·75 „

Die Versuchsperson A hatte nun am 23. III., um 12 Uhr Mitt. 5·5 g Distearylsalizylsäureglyzerid (= 1 g Salizylsäure) in Butterfett gelöst eingenommen.

Die Zeit nach der Einnahme wurde in 4 Perioden eingeteilt. Es ergab sich:

Perioden	Dauer der Perioden von	Perioden bis	Dauer d. Perioden in Stunden	Harnmenge in $cm^3$	Salizylsäure gefunden
I	12 M.	9 N.	9	500	0·1903
II	9 N.	9 V.	12	520	0·1935
III	9 V.	9 V.	24	1600	0·6809
IV	9 V.	9 V.	24	1670	0·0237
zusammen					1·0884

In den Faeces konnten wir nur Spuren des Distearylsalizylglyzerids nachweisen.

Das Distearylsalizylglyzerid wurde also im Gegensatz zum Verhalten des Trisalizylglyzerids im Organismus vollkommen resorbiert. Es bestätigt dies die Schlußfolgerung, welche einer von uns aus seinen Versuchen gezogen hatte, daß die nur einen Salizylsäurerest führenden Ester der Salizylsäure im Organismus leichter resorbiert werden als die Di- oder Trisalizylate.

Es ist bemerkenswert, daß wir die ganze Menge der in Form



des genannten Glyzerids eingeführten Salizylsäure im Harn wiederfanden.

Wenn aber das Distearylsalizylglyzerid vollkommen resorbiert wird, so vollzieht sich die Resorption allmählich und ist offenbar auf eine große Strecke des Darms verteilt, denn es ist eine deutliche Verzögerung in der Ausscheidung der Salizylsäure aus den Resultaten des Versuches ersichtlich. Während bei der Versuchsperson A nach der Salizylsäureeinnahme ungefähr die Hälfte der ausgeschiedenen Menge Salizylsäure schon in den ersten 9 Stunden in den Harn übergang und nach 21 Stunden beinahe 80% der ganzen Menge ausgeschieden waren, wurde bei derselben Versuchsperson nach der Einnahme des Distearylsalizylglyzerids in 9 Stunden kaum 20% und in 21 Stunden nicht mehr als 38% der eingenommenen Menge ausgeschieden.

64. *Badania ilościowe nad wydzielaniem kwasów proteinowych w moczu zdrowych osób oraz w wypadkach chorób. — Quantitative Untersuchungen über die Ausscheidung von Proteinsäuren im Harn von gesunden Menschen sowie in einigen Krankheitsfällen.* Mémoire de M. **WITOLD GAWIŃSKI**, présenté par M. N. Cybulski m. t.<sup>1)</sup>.

Die Entdeckung und Erforschung der Proteinsäuren von St. Bondzyński und seinen Mitarbeitern Gottlieb, K. Panek und Stef. Dombrowski<sup>2)</sup> wie auch der Umstand, daß diese

<sup>1)</sup> Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden vorgetragen in der Sitzung der physiologischen Sektion der Versammlung der polnischen Ärzte und Naturforscher in Lemberg am 23. Juli 1907. (Vide: Sprawozdanie z posiedz. sek. X. Zjazdu lek. i przyr. pol. we Lwowie, S. 100).

<sup>2)</sup> St. Bondzyński und R. Gottlieb: „Über einen bisher unbekannten normalen Harnbestandteil, die Oxyproteinsäure“. Zentralbl. f. d. med. Wiss. **33**, 557 (1897), und Przegląd lekarski (Krakau) 1898.

St. Bondzyński und K. Panek: „Über Alloxyproteinsäure, einen normalen Harnbestandteil“. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie. Octobre 1902 und Ber. d. deutsch. chem. Gesell., 1902.

St. Bondzyński, St. Dombrowski und K. Panek: „Über die Gruppe von in normalem Menschenharn enthaltenen Stickstoff- und schwefelhaltigen organischen Säuren“. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, Juillet 1905 und Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XLVI, S. 83.

Verbindungen, was schon bei ihrer Erhaltung vermutet wurde, in nicht geringer Menge im Harn ausgeschieden werden, weiters ihre Eigenschaft, daß sie erste Zersetzprodukte des Eiweißes in dessen Stoffwechsel im Organismus bilden, und die sich darauf stützende Voraussetzung, daß in ihrer Ausscheidung die ganze Mobilität des lebendigen Eiweißmoleküls der tierischen Zelle und damit die verschiedenartigsten Einflüsse, welchen der Prozeß des Abbaues von Eiweiß unzweifelhaft unterliegt, welche jedoch an der Hand der bisherigen Harnuntersuchungen sich der Beobachtung entzogen, zum Ausdruck gelangen werden — machte die Erforschung der quantitativen Verhältnisse der Ausscheidung von Proteinsäuren zu einer der brennendsten Aufgaben der Stoffwechsellehre.

Als Grundlage der quantitativen Bestimmungen wurde die vollkommene Unlöslichkeit der Baryumsalze der Proteinsäuren in absolutem Alkohol angenommen. Um die Alkalisalze der Proteinsäuren in Baryumsalze zu verwandeln, wurde zu dem im Vakuum eingeeengten Harn verdünnte Schwefelsäure bis zum Erscheinen des Farbenumschlags an mit Kongo-Rot gefärbtem Papierstreifen zugesetzt und dann ein vielfaches Volumen von Alkohol zugegeben. Die von den Alkalisulfaten filtrierte alkoholische Lösung wurde nach reichlicher Verdünnung mit Wasser mit Baryumhydrat gefällt. Nach der Entfernung des Barytüberschusses durch Kohlensäure wurde die im Vakuumapparat bis zur Sirupdicke eingeengte Lösung behufs Entfernung des Harnstoffes mit Ätheralkohol (1:2) ausgezogen, der in Ätheralkohol unlösliche Rückstand in Wasser gelöst und die Lösung auf ein bestimmtes Volumen gebracht. Ein 100 cm<sup>3</sup> Harn entsprechendes Volumen dieser Lösung wurde in einer Hofmeister'schen Schale mit Seesand vermischt, eingedamft und im Exsikkator getrocknet. Der samt Schale zerriebene Sand wurde in einem Soxhlet'schen Apparate 3—5 Stunden lang mit absolutem Alkohol extrahiert und darnach mit warmem Wasser ausgelaugt.

Diese Lösung, welche wir Baryumsirup nennen wollen, enthielt, wie das aus den eigens zu diesem Zweck unternommenen quantitativen Untersuchungen erhellt, nur Spuren von Harnstoff, Hippursäure und Kreatinin, beziehungsweise Kreatin.

Da sich die ganze in diesem Baryumsirup enthaltene Stickstoffmenge in dem durch Quecksilberazetat gefällten Niederschlage wiederfand, wurde daraus geschlossen, daß der ganze Stickstoff des Baryumsirups den Proteinsäuren angehörte.

Der Stickstoffgehalt in solchen Baryumsirupen wurde nach Kjeldahl bestimmt.

Diese Bestimmungen ergaben:

1° daß der Stickstoff der Proteinsäuren in nach gemischter Kost erhaltenem Harn 4·5—6·8 % des Gesamtstickstoffes betrug, also einen viel größeren Prozentsatz dieses Stickstoffes als Harnsäure oder Kreatinin in Anspruch nahm;

2° daß die genannten Proteinsäuren nach einer Milchkost in viel, und zwar beinahe um die Hälfte geringerer Menge (N : 2·9 % des Gesamtstickstoffes) ausgeschieden wurden;

3° daß in Fällen von typhus abdominalis der Stickstoff der Proteinsäuren gegenüber dem in normalem Harn gefundenen so deutlich gesteigert gefunden wurde, daß er nur selten weniger als 7·5 % und oft sogar 9—14 % der ganzen Harnstickstoffmenge betrug.

Außer den Stickstoffbestimmungen wurde auch die Menge des sogenannten neutralen Schwefels der oben erwähnten Baryumsirupe bestimmt und dieselbe mit dem Neutralschwefelgehalt des Harns verglichen.

Die nahe Übereinstimmung dieser Ergebnisse bestätigt vollkommen die Annahme von Bondzynski und seinen Mitarbeitern, daß die ganze oder beinahe ganze Menge des neutralen Schwefels den Proteinsäuren angehört, und liefert auch einen Beweis für die Brauchbarkeit der Methode, indem gezeigt wurde, daß der Baryumsirup die ganze oder beinahe die ganze Menge der Proteinsäuren enthielt.

Das Verhältnis des Stickstoffgehaltes im Baryumsirupe zu dem neutralen Schwefel war in normalem Harn sowohl nach gemischter Nahrung wie auch nach Fleischkost fast konstant, da die Schwankungen sich zwischen 5—7·29 bewegten. Aus diesem Umstand läßt sich schließen, daß die Bestimmung des neutralen Schwefels im Harn sich ebenfalls als Grundlage einer Methode der quantitativen Bestimmung von Proteinsäuren verwerten läßt.

Lwów (Lemberg), Medizinisch-chemisches Institut der Universität.



65. *Badania nad tkanką gliową układu nerwowego pijawek na przednim i tylnym końcu ciała. — Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems im vorderen und im hinteren Körperende der Hirudineen nebst Bemerkungen über deren Neuromerie.* Mémoire de M. A. W. JAKUBSKI, présenté par M. J. Nusbaum m. c.

(Planche XXX).

### Einleitung und Methoden.

In meinen vorhergehenden Mitteilungen über das Stützgewebe des Nervensystems bei den Hirudineen (14, 15 u. 16) habe ich hauptsächlich das Vorkommen und die histologische Beschaffenheit des Gliagewebes in normalen Neurosomiten, die wie allgemein bekannt, nur in den mittleren Körperregionen auf typische Weise ausgebildet sind, untersucht. Die Frage über die Gliaverhältnisse in den reduzierten Neurosomiten der beiden Körperenden ließ ich dort fast unberücksichtigt. Da aber, meiner Ansicht nach, das Gliagewebe dieser Körperteile besonderes Interesse, auch in theoretischer Hinsicht, verdient, fühlte ich mich zur Wiederaufnahme der Untersuchungen im Bereiche des Nervensystems der Hirudineen veranlaßt. Indessen war ich bemüht, einerseits bei Anwendung verschiedener Färbungsmethoden das Gliagewebe von anderen Elementen des Nervensystems zu isolieren und es histologisch zu prüfen, andererseits die topographischen Verhältnisse der Gliazellen und deren Derivate hinsichtlich der Neuromerie in den Endkörpersomiten aufzudecken und sie theoretisch aufzuklären.

Wie schon bei meinen früheren Arbeiten, fand ich auch bei der Bearbeitung des vorliegenden Themas in meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. J. Nusbaum einen wissenschaftlichen Leiter und Ratgeber, wofür ich Ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Als Untersuchungsmaterial wählte ich folgende Hirudineenarten: *Hirudo medicinalis*, *Aulostomum gulo*, *Nephelis vulgaris*, *Clepsine sexoculata*, *Pontobdella muricata* und *Piscicola geometra*. Als Konservierungsflüssigkeit diente meistens Carnoy's- oder Sublimat-Eisessiggemisch; gefärbt wurde in Heidenhains Eisenhämatoxylin. Wie

ich schon früher hervorgehoben habe, bewährte sich das Färben des Gliagewebes nach dem Benda'schen Verfahren ausgezeichnet. Von zahlreichen anderen Methoden, die ich bei dieser Arbeit verwendete, erhielt ich wider Erwarten mit der Weigert'schen Gliafärbungsmethode auch im kleinsten Detail ausgezeichnete Resultate. Gefärbt wurden, wie es schon Benda eingeführt hat, in Paraffin eingebettete und bis 5  $\mu$  dicke Schnitte. Gleich muß ich aber hervorheben, daß ich die Methode in zweierlei Weise anwandte. Entweder wurden die in Carnoy's oder Sublimat-Eisessig-Mischung konservierten Stücke nach Weigerts Verfahren gefärbt, oder die Methode wurde in vorgeschriebener Weise vom Anfang an durchgeführt. Was die Dauer anbelangt, in welcher die Schnitte in verschiedenen Flüssigkeiten bleiben sollten, sei folgendes bemerkt: Die von Paraffin befreiten Schnitte kommen auf 5 Min. in reduzierende 0.3% Kaliumpermanganatlösung, werden dann mit destilliertem Wasser abgespült, um ferner in Chromogen-Ameisensäure-Natriumsulfat auf 10 Min. gelegt zu werden; nach kurzem Abspülen kommen sie dann auf 15—30 Min. in 5% Chromogen. Die weitere Behandlung geschieht in üblicher Weise. Das ganze Verfahren muß sehr vorsichtig durchgeführt werden, damit die Schnitte nicht austrocknen, auch muß der Objektträger von jeder Flüssigkeit peinlich abgetupft werden. Nach einiger Übung erhält man ganz einwandfreie Resultate. Auf gut gelungenen Bildern sind im ganzen Nervensystem die Neurogliafasern dunkelblau gefärbt; außerdem saugen die Kernkörperchen der Ganglien- und Gliazellen begierig den Farbstoff auf. Daneben wird die Neurilemmhülle samt den in ihr eingebetteten Elementen blau bis violett mitgefärbt. Alles andere: die Ganglienzellen, ihre Ausläufer, besonders aber auch die Nervenfibrillen und das die Abstände zwischen den Ganglienzellen im Innern der Packete einnehmende Füllgewebe wird vom Farbstoff nicht angegriffen. Das Neurogliagerüst kommt hier (Fig 1 und 8) in so großer Anzahl von Gliabalken und -fibrillen zum Vorschein, wie man sie bei Färbung mit Eisenhämatoxylin nicht annähernd erhalten kann. Die intrazellulären Glianetze in den Gliazellen sowie die feinsten Verästelungen der Gliafasern in ihrem extrazellulären Verlaufe treten sehr deutlich hervor. Besonders schön sind die Gliafaserkörbe an der Oberfläche der Ganglienzellen zu sehen (Fig. 1). Einige dicke Gliafasern ziehen sich aus der Punksubstanz längs der Ganglienzellenfortsätze in losem Geflechte gegen ihren Zelleib

hin, wo sie sich wiederholt teilen und in dichtem, aber feinem Netze den ganzen Zelleib umspinnen. Aus diesem oberflächlichen Netze treten einige Fasern in das Zellinnere, ohne aber die ekto-plasmatische Schicht zu durchbrechen.

### Topographie der Gliazellen.

#### I. Die Unterschlundganglienmasse.

Der feinere histologische Bau des Nervenschlundringes, wie des Unterschlund- und Analganglions im Gegensatz zu normalen viernervigen Ganglien, ist von der Wissenschaft noch nicht genügend erforscht worden. Alle älteren Angaben über diesen Gegenstand beziehen sich nur auf grobe anatomische Befunde, größtenteils um die Metamerie der Körperenden zu lösen. Deshalb wurde die histologische Beschaffenheit des Nervensystems in diesen Gegenden durchwegs in groben Zügen behandelt, insofern sie mit der Neuromerie zusammenhing. Zwar wurden schon seit langem Unterschlund- und Analganglien als eine gewisse Anzahl normaler Ganglien erklärt, die durch Konkreszenz zusammengedrückt sind, dagegen wußte man nur wenig über die Zahl und die Lage der in ihnen liegenden Gliazellen, die damals für „multipolare Ganglienzellen“ gehalten wurden. Hermann (12) gibt an, daß in diesen Teilen des Zentralnervensystems multipolare Zellen in der Medianreihe liegen, eine hinter der anderen; ihm sind also nur die sog. Medianzellen bekannt, dagegen über deren Zahl in der Unterschlund- wie auch in der Analganglienmasse gibt er nichts näheres an. Die durch Konzentration der Ganglien hervorgerufene Lagenänderung der Gliaelemente war ihm fremd geblieben, was aus folgenden Worten zu schließen ist: „Das Querschnittsbild des unteren Schlund- oder letzten Ganglions ist demnach auch vom einem im gleichen Sinne durch ein viernerviges Ganglion geführten in topographischer Hinsicht nicht verschieden“. — Hoffman (13), Vignal (32), François (10) bestätigten nur im allgemeinen diese Befunde, fügten aber wenig Neues hinzu. Zwar bemerkte Rohde (29) in den Endgliedern der Bauchganglienmasse in der Zentralfasermasse multipolare Zellen, die von ihm an verschiedenen Orten unregelmäßig an der Neurilemmhülle gefunden wurden, ihre Natur aber, symmetrische Lage und begrenzte Anzahl, geschweige denn deren Homologie mit anderen „multipolaren Zellen“ des Bauchstranges.



blieben ihm fremd. Was die Retzius'schen Angaben (28) über die Unterschlundganglienmasse bei *Hirudo* und *Aulostomum* anbelangt, so muß ich nur meine früheren Einwendungen wiederholen. Die von ihm mittels der Ehrlich'schen Methylenblaufärbung gewonnenen und dargestellten „multipolaren Medianzellen“ entsprechen keineswegs unseren medianen Gliazellen. Die Retzius'schen Gebilde liegen flach auf der Dorsalseite der Ganglienzentalfasermasse, symmetrisch nebeneinander, nahe der Mittellinie und unterscheiden sich in ihrer Form von den Gliazellen wesentlich. Die Kerne sind in ihnen nicht gefunden worden. Die Zelleiber sind langgestreckt, spindelförmig mit Verästelungen, die weit in die Peripherie hinauslaufen. Übrigens ist es noch zweifelhaft, ob man berechtigt ist, diesen Gebilden den Namen Zellen beizulegen. Ein ihnen entsprechendes Äquivalent ist in meinen Präparaten nicht vorhanden. Sie wurden von Retzius nur in normalen und in Unterschlundganglien beobachtet; das Gehirn soll dagegen solcher Gebilde entbehren. Eines muß aber hervorgehoben werden: Diese Gebilde, die vielleicht Neurilemmmuskelzellen sind, was aus ihrer Lage, Zahl und Gestalt zu vermuten ist, weichen in den vorderen Partien der Unterschlundganglienmasse auseinander; während sie mit ihren vorderen Spitzen auseinanderlaufen, konvergieren sie dagegen mit den hinteren. Dies dient auch als Beweis für die Richtigkeit meiner Beobachtungen (siehe unten). Andere Forscher wie Apáthy (1), Oka (27), Leuckart (22), Whitman (33), Bristol (8) ließen in ihren Untersuchungen über die Neuromerie die histologische Beschaffenheit der Endganglien unberücksichtigt. Es sei nur bemerkt, daß Whitman 4 Paar mediane Zellen in der Unterschlundganglienmasse bei *Clepsine* fand, wogegen Bristol deren 5 Paare bei *Nephelis* beschrieb. Auch die letzte Arbeit, mit der ich diese Übersicht abschließen möchte, nämlich die Abhandlung von Livanow (23) (die auch als anatomisch bezeichnet werden dürfte), berührt dieses Thema nur wenig. Was die Kommissurzellen in der Unterschlundganglienmasse anbelangt, muß hervorgehoben werden, daß es Livanow's Verdienst ist, diese Zellen entdeckt und sie als Äquivalente der übrigen Konnektivzellen erkannt zu haben. Da er aber annahm, daß die Unterschlundganglienmasse nur aus vier Ganglien aufgebaut sei, so bemerkte er nur drei Paare solcher Zellen; die vierte, die zwischen dem ersten und dem zweiten Ganglion schon im Bereiche der Schlundkommissuren liegt, hat er zwar

gesehen, ihr aber eine andere Deutung gegeben. Allen diesen Forschern, Apáthy und Livanow ausgenommen, blieb die Natur aller dieser Zellen, die heute als Gliazellen erklärt werden, fremd; es ist also leicht zu begreifen, daß sie diesen „multipolaren Ganglienzellen“ keinen gebührenden Wert beileigten <sup>1)</sup>.

Gehen wir zu unseren eigenen Untersuchungen über. Die Unterschlundganglienmasse bei *Hirudo* stellt sich von oben gesehen, wenn ich Leuckart's Worte wiederhole, „als ein Kartenherz“ dar; die hinteren Ganglien sind kleiner und schmaler, die vorderen dagegen nehmen an Breite zu, gleichzeitig aber nimmt ihre Höhe ab. Nur bei *Pontobdella* ist ihre Gestalt mehr rechtwinkelig-viereckig, was vom rudimentären Bau des Nervenschlundringes abhängt (siehe weiter unten). Das vom typischen Aussehen abweichende und mit Lageveränderung verbundene Auftreten der Gliaelemente in den Endgliedern der Bauchganglienkette steht im innigen Zusammenhange mit der Reduktion der Ganglien. In der Unterschlundganglienmasse und der unteren Hälfte des Schlundringes kommen 18 Gliazellen vor, deren Zahl und Lage streng mit der Neuromerie zusammenhängt. Prüfen wir zuerst bloß ihre Lage, die vergleichend untersucht wichtige Tatsachen aufweist. Wie schon Livanow (23, 24) hervorhob, treten in Unterschlundganglien zweierlei Gliazellen auf: die einen entsprechen den Medianzellen in den normalen Bauchganglien, die anderen sind Konnektivzellen, die „an der Ventralseite jedes Konnektivstammes peripher gelegen, zahlreiche Fortsätze in letzteren abgeben“. Wenn man vorsichtig transversale Serienschnitte durch die Schlundganglienmasse durchmustert, trifft man bei verschiedenen Hirudineenarten Übergangsverhältnisse, die diese Tatsache völlig begründen. So sieht man im letzten Konnektivstamm, der die Unterschlund-, wie auch die Analganglienmasse mit den ersten normalen Bauchganglien verbindet, zwei wichtige Momente. Das erste ist, daß die Konnektivzellen nicht in der Mitte der Konnektivlänge liegen, sondern sich mehr der Unterschlund-, resp. der Analganglienmasse nähern. Es ist ein direkter Beweis da-

<sup>1)</sup> In neuester Zeit erschien eine histologische und histogenetische Arbeit über die sog. Leydig'sche Punktsubstanz bei den Hirudineen von E. Mencl (25). Vielen Resultaten dieses Autors kann ich bezüglich der Histologie des Gliagewebes nicht beipflichten, teils weil sie mittels sich hierfür wenig eignender Methoden angestellt worden sind, teils weil seine Erklärungen mir nicht stichhaltig erscheinen.



für, daß das Konnektiv in der Region zwischen dem Konnektivkern und den Endganglien schwächer als im Teile zwischen diesem Kerne und den Bauchganglien in die Länge wächst. Bei *Hirudo* und *Aulostomum*, wo jeder Konnektivstamm auf seinen Eintrittsstellen in die Nachbarganglien durch Neurilemmsepta in eine gewisse Zahl von Nervenfaserbündeln zerlegt wird, liegt der Gliazelleib mit dem Kern im erwähnten Konnektive dicht an jenen Neurilemmscheidewänden, die an die Endganglien grenzen. Auf diese Weise kommen bei den obigen Gnathobdelliden die Kommissurenzellen, ohne peripher zu wandern, schon im letzten Konnektivstamme in innige Berührung mit der Neurilemmhülle. Anders verhält es sich bei den Rhynchobdelliden und *Nephelis* — und dies ist das zweite Moment. Bei *Pontobdella* liegen diese Zellen exzentrisch (Fig. 17); bei verschiedenen Exemplaren variiert ihre Lage beträchtlich und bald werden sie nahe der Mitte, bald ganz an der Peripherie liegend angetroffen. Wie wir also sehen, bildet die Lage dieser Zellen, resp. ihr Verhältnis zum Neurilemm zwei unabhängig voneinander auftretende Zwischentypen, die durch die Natur der Konnektivstämme bei verschiedenen Hirudineenarten bedingt sind, und zwar zwischen den normalen, im Konnektivzentrum und den ganz an der Peripherie der Zentralfasermasse liegenden Konnektivzellen.

Wenn wir auf lückenlosen Schnittserien die Unterschlundganglienmasse betrachten, so drängt uns die Lage und Zahl der Gliazellen die Vermutung auf, daß diese Masse aus 5 reduzierten Ganglien zusammengesetzt ist. Bei *Hirudo* und *Aulostomum* ist das erste Teilganglion wenig reduziert, in seiner Länge steht es nur wenig den typischen Ganglien nach; die medianen Gliazellen stehen in etwas geringerem Abstände voneinander als sonst; die durch Neurilemmscheidewände gebildeten Ganglienzellenpakete mit 6 in ihrem Innern vorkommenden Gliazellen weichen vom typischen Ganglion nicht ab. Nur die Verkürzung des Ganglions und die mehr oder weniger angedeutete schräge Stellung der Medianpakete zur Längsachse bietet das einzige Zeichen seiner Zugehörigkeit zur Unterschlundganglienmasse dar.

Zwei Zentralfaserabschnitte, einige  $\mu$  lang, die den Konnektiven entsprechen, verbinden das Ganglion mit dem nächstfolgenden. Im allgemeinen existieren die Kommissuren in der Unterschlund- wie



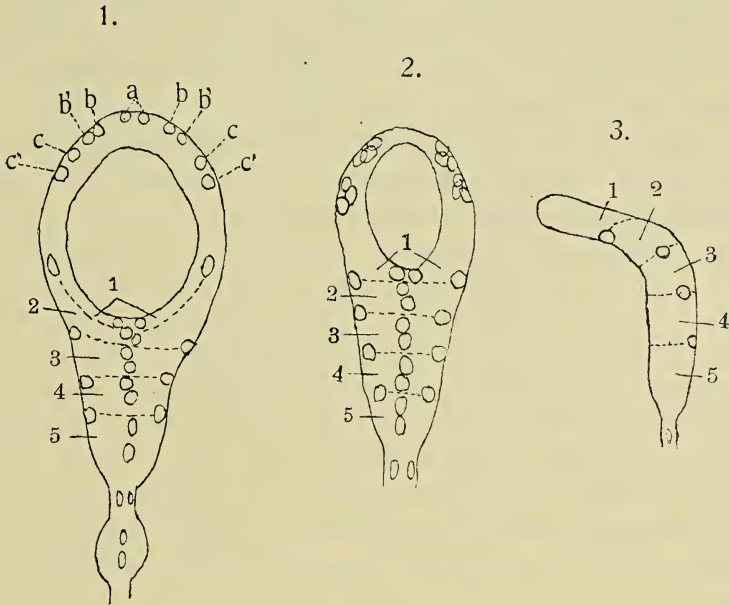
auch Analganglienmasse als differenzierte Gebilde nicht; die Verlötung der Zentralfasermassen der einzelnen Ganglien geschieht unmittelbar auf ihrer ganzen Fläche. Die Grenze zwischen den Ganglien wird nur nahe der Mittellinie durch kurze dorso-ventral verlaufende Neurilemmbalken angedeutet. Dies beruht auf embryonalem Zustande, da die Entwicklung der Kommissuren gänzlich unterbleibt und einzelne Ganglien voneinander nicht getrennt werden. Wie eben gesagt, wird das erste Ganglion vom zweiten durch 2 paramedian auftretende Neurilemmscheidewände, die oben zusammenfließen, geschieden, wodurch auch der F a i v r e'sche Mediannerv nicht wie sonst an der oberen, sondern an der unteren Fläche zwischen beiden Zentralfaserabschnitten erscheint. Die Konnektivzellen liegen schon an der Peripherie und größtenteils auf der unteren Seite (vergleiche Figur 8, Tafel I meiner letzten Arbeit); nicht selten findet man aber Übergangsverhältnisse. So sehen wir auf Fig. 4 im Text (Seite 879), die zwar die Lage der ersten Konnektivzelle im Analganglion bei *Aulostomum* darstellt, nicht selten aber auch in Unterschlundganglien in dieser Lage vorzukommen scheint, diese Zelle noch etwas von der Peripherie entfernt.

Das folgende Ganglion ist mehr zusammengedrückt. Dies äußert sich besonders in der Längenabnahme und in der Translokation der Ganglienzellenpakete. Ich will hier auf diesen Punkt nicht näher eingehen, sondern verweise auf die Arbeit von L i v a n o w (23). Das fünfte und das vierte Ganglion (Fig. 1 im Text) haben noch andere Merkmale, in denen sie den normalen Ganglien ähneln; es sind nämlich zwei dorsoventral, paramedial durch die Mitte des Ganglions verlaufende Neurilemmbalken, die das Ganglion in die vordere und die hintere Hälfte teilen (Fig. 2). Dies Zeichen tritt bei allen folgenden Ganglien nicht auf. Solche Verhältnisse werden bloß bei Gnathobdelliden beobachtet; bei Rhynchobdelliden fehlen sie vollständig.

Die zwischen dem vierten und dem dritten Ganglion auftretenden Konnektivzellen liegen nicht mehr am unteren Rande, sondern sind mehr seitwärts gelagert. Das dritte, zweite und erste Ganglion weisen immer weiter fortschreitende Änderungen auf. Im dritten Ganglion, dessen Länge etwa die Hälfte der Normallänge beträgt, stoßen beide medianen Gliazellen mit ihren Plasmaleibern aneinander; manchmal, wie bei *Nephelis* verlieren die Zellen ihre mediane Lage, indem die eine rechts, die andere links von der Medianlinie ver-

schoben wird. Dagegen nimmt die Breite zu, so daß die Querdurchmesser des dritten Ganglions um einen Bruchteil diejenige des normalen übertrifft.

Bis hieher sind die topographischen Verhältnisse der Gliazellen der Zentralfasermasse bei allen untersuchten Hirudineenarten fast



Schemen zur Veranschaulichung der Lage der Gliazellen im Ober- und Unterschlundganglion bei *Hirudo* und *Pontobdella*. Die Lage der Gliazellen wurde mittels des Abbe'schen Zeichenapparates entworfen.

Fig. 1 und 3 *Hirudo*; Fig. 2 *Pontobdella*. Fig. 1 Ansicht von oben; Fig. 3 Profilansicht. Die Grenzen zwischen den einzelnen Ganglien 1—5 sind durch gestrichelte Linien wiedergegeben. Die in oder ganz nahe der Mittellinie liegenden Zellen sind Medianzellen, die seitlich liegenden sind Konnektivzellen. Auf Fig. 3 sind nur die Konnektivzellen sichtbar. Auch das erste kurze Konnektiv ist dargestellt.

identisch, nur durch sekundäre Merkmale der betreffenden Arten gekennzeichnet. So ist bei *Nephelis* die Selbständigkeit der Ganglien und Kommissuren viel klarer erhalten, was mit der histologischen Beschaffenheit ihrer Gliaelemente zusammenhängt. Bei *Clepsine* nimmt die Höhe der Ganglien gegen das Körperende immer mehr ab (Fig. 6). Bei *Pontobdella* sind die Medianzellen von auffallender Größe, so daß sie infolgedessen miteinander in unmittelbare Berührung treten (Fig. 2 im Text).

Die nachfolgende Kommissur mit dem unten liegenden Faivre'schen Nerven wird wie die vorige durch zwei kurze Neurilembalken angedeutet. In der Breite nimmt sie stark zu, denn lateralwärts nimmt sie am Aufbau des Nervenschlundringes teil. Nur bei *Pontobdella* finden sich primitivere Verhältnisse. Die Gliazellen liegen ähnlich wie im vorigen Neuomer auf der unteren Fläche der Zentralfasermasse, nicht selten aber kommen sie auf deren Seite zu liegen. Bei anderen Hirudineen werden sie in den Bereich des Schlundringes aufgenommen. Bei *Nephelis* und *Clepsine* liegen sie, möchte man sagen, an der Wurzel des Schlundringes, d. h. an dessen unterer Fläche, an der Stelle, wo der Winkel zwischen der Unterschlundganglienmasse und den Schlundkommissuren am schärfsten ist. *Hirudo* und *Aulostomum* bieten das am weitesten vorgeschobene Stadium: die Zellen sind weit seitwärts und nach oben hin verschoben (Fig. 3 im Text). Andere Hirudineen aber bieten Übergänge, die sich einerseits den bei *Pontobdella*, andererseits den bei *Hirudo* vorkommenden Lagebeziehungen nähern. Es sei mir auch gestattet, hier zu erwähnen, daß bei verschiedenen Individuen derselben Art starke Schwankungen in der Lage aller in den reduzierten Somiten und speziell genannter Konnektivzellen hervortreten. Die Lagenänderung bei denselben und verschiedenen Hirudineenarten ist ein zwingender Beweis für die Homologie dieser Zellen.

Die Verkürzung des zweiten Ganglions äußert sich auf diese Weise, daß die „medianen“ Gliazellen ihre Lage in der medianen Längsachse verlieren, eine schräge Stellung zu ihr einnehmen, während die eine rechts, die andere links von ihrer normalen Lage zu liegen kommt (Fig. 1 im Text). Dabei haben sie sich einander noch mehr genähert, so daß die totale Länge des Ganglions dem vorigen ein wenig nachsteht (Fig. 2 und 6). Auch die Höhe des Ganglions nimmt in der Mittellinie ab; besonders deutlich tritt es bei *Clepsine* hervor (Fig. 6); laterale Portionen aber, die, wie schon oben gesagt, am Aufbau des Schlundringes teilnehmen, erleiden keine Minimation. Bei *Pontobdella* weichen die Zellen von ihrer Medianlage nur wenig ab (Fig. 2 im Text); schon mehr bei *Hirudo* und *Aulostomum*; bei *Nephelis* liegen sie fast transversal zueinander. Die Zusammendrückung des Ganglions hat hier ihren Höhepunkt erreicht.

Der nächstfolgende Zentralfasermassenabschnitt ist nur schwach



angedeutet. Zwei von unten emporsteigende Neurilembalken, die etwa in ihrer halben Höhe zusammenfließen, trennen die Zentralfasermasse (wie vorher) in drei Abschnitte: die unten in der Medianlinie liegende Portion, die zweifellos dem Faivre'schen Nerven entspricht, und zwei mächtige laterale Portionen, die mit den seitlichen Teilen anderer Unterschlundganglienzentralfasermassen zur Bildung des Schlundringes beitragen. Die ihnen zukommende Kommissurenzelle ist deswegen weit nach der Peripherie verschoben. Verhältnisse, die uns *Pontobdella* in dieser Hinsicht darbietet, sind von bedeutender Wichtigkeit. Die besagte Zelle liegt an der Stelle, die, was man auf frontalen Schnitten leicht sehen kann, dem Punkte gleicht, wo bei *Hirudo* und *Aulostomum* die zweite Kommissurenzelle zu liegen kommt. Ihre Lage bei *Pontobdella* weist also streng daraufhin, daß sie wirklich eine zwischen dem ersten und dem zweiten Ganglion liegende Kommissurenzelle ist. Etwas weiter, längs der Schlundkommissuren, rückt sie bei *Clepsine* und *Nephelis*; bei *Hirudo* und *Aulostomum* endlich finden wir sie etwa auf der halben Höhe des Schlundringes, wo sie sich an dessen Hinterfläche gelagert hat. So auf Übergangsstadien gestützt, sind wir wohl berechtigt, die Zelle, die im Vergleich mit anderen Konnektivzellen so weit von der Mittellinie entfernt ist, als eine den Unterschlundganglien zugehörnde Konnektivzelle zu betrachten.

Wir gehen jetzt zum ersten Ganglion über. Seine Gestalt und Größe unterliegt einer völligen Änderung. Dies beruht nicht nur auf der Verkürzung, die etwa  $\frac{1}{4}$  der Normallänge des Ganglions beträgt (Fig. 2), sondern auch auf Verminderung der Zahl der es aufbauenden Elemente. Mediane Gliazellen, die schon im zweiten Ganglion schräg aneinander lagern, liegen hier in der transversalen Achse dicht nebeneinander, wie z. B. bei *Pontobdella*; oder sie sind bei anderen Hirudineen etwas seitlich verschoben (*Nephelis*). Ihr Zellleib ist spindelförmig, transversal ausgezogen.

Die transversale Lage der medianen Gliazellen muß als Folge des reduzierten Baues des Ganglions in der Längsachse angesehen werden und sie erscheint als die letzte Stufe der in den hinteren Unterschlundganglien schon angedeuteten Lagenänderung (*Nephelis*) der genannten Zellen. Die dem ersten und dem zweiten Ganglion angehörenden Pakete sind teilweise miteinander verschmolzen. Mediane Ganglienzellenpakete, die ähnlich wie im vorigen Ganglion nicht

hinter- sondern nebeneinander gelagert sind, sind den Zentralfasermassen beider Ganglien gemeinsam. Man kann vermuten, daß sich keine transversale Neurilemmwand gebildet hat, die dieses Packet in eine vordere, dem ersten Ganglion angehörnde, und eine hintere, dem zweiten Ganglion zukommende Portion teilt. Daß dies Packet aus zweien zusammengesetzt ist, beweist der Umstand, daß die im vorderen Teile liegenden Ganglienzellen mit ihren Fortsätzen in die Zentralmasse des ersten, die im hinteren Abschnitte liegenden in diejenige des zweiten eintreten.

In allen Packeten der Unterschlundganglien kommt je eine Rohde'sche Gliazelle vor, die in Lage und Gestalt vollkommen denen der normalen Bauchganglien gleicht.

Die ganze Unterschlundganglienmasse zeigt uns klar, daß die Verkürzung von vorne nach hinten sich vollzogen hat; es werden also die vordersten Ganglien in ihrer Längsachse am stärksten zusammengedrückt. Mit diesem Prozeß geht ein entgegengesetzter vor sich: je mehr die Ganglien an ihrer Länge verlieren, desto mächtiger entwickeln sie sich in der transversalen Ebene. Die Folge davon ist, daß die Konnektiv- und die Medianzellen immer weiter von der Medianlinie nach beiden Seiten hin verschoben werden und in die untere Portion der Schlundkommissuren geraten. Es fehlt zwar, wie schon oben gesagt worden, in der Unterschlundganglienmasse die Ausbildung der Konnektive, die Anwesenheit der Konnektivzellen beweist jedoch, daß die Konnektive potentiell in den Endganglien verborgen liegen und nur zwischen den auseinandertretenden Bauchganglien zum Vorschein kommen.

Es erübrigt noch, die morphologische Bedeutung der Schlundkommissuren zu besprechen. Die Schlundkommissuren, die den Nervenschlundring aufbauen helfen, sind bisher mehr aus theoretischen Gründen, als auf Grund eingehender Observation als selbständige Gebilde gedeutet worden. Nach Leuckart (21, 22) sind sie sogar den übrigen Commissuren der Bauchganglienkette im großen und ganzen homolog; sie sollen bloß auseinanderweichen, um das Schlundrohr durchzulassen. Da aber auf Grund vergleichender Studien die in den Schlundkommissuren vorkommenden Elemente nur der Zentralfasermasse der vorderen Unterschlundganglien zugerechnet werden müssen, so sind die Schlundkommissuren als eine Anzahl zu einer einheitlichen Masse zusammenschmolzener lateraler Portionen von Ganglien und der sie ver-



bindenden Konnektive zu deuten. Die Schlundkonnektive bilden keineswegs ein Homologon der übrigen Konnektive des Bauchstranges, sondern sie stellen ein zusammengesetztes Gebilde dar, dessen morphologischer Wert im Bereiche der Hirudineenfamilie stark variiert.

Embryologische Untersuchungen verschiedener Forscher (Leuckart (22), Nusbaum (26), Bergh (37), Salensky (30), Filatow (9)) haben nachgewiesen, daß die Unterschlundganglienmasse vom Gehirn getrennt angelegt wird und im Laufe der Ontogenie erst später durch Umwachsen des Schlundes mit ihm zusammenfließt. Der obengenannte Prozeß soll in dem Sinne verstanden werden, daß nicht einzelne Ganglienzellenfortsätze bloß auswachsen und mit entgegenwachsenden Fortsätzen der Oberschlundganglienmasse sich kreuzen, sondern daß die Gesamtmasse der vorderen Ganglien, die in der Längsachse kurz bleiben, sich rekompensatorisch nach den Seiten hin vergrößert, nach oben umbiegt und mit den seitlichen Teilen des Hirns zusammenschmilzt. In ähnlichem Sinne spricht sich auch Vejdovsky in seinem „System und Morphologie der Oligochaeten“ aus, daß nämlich die Schlundkommissuren nicht „als Verlängerungen der Fibrillensubstanz des Hirns nach unten entstehen“. Weiter lesen wir bei ihm: „Die Schlundkommissuren sind demnach nur als direkte Fortsetzungen der Bauchstrangshälften anzusehen“. Die Vereinigung beider Schlundganglien kommt also zustande nicht auf dem Wege einer mittelbaren Verbindung, sondern dadurch, daß beide Massen mit ihren lateralen Portionen direkt ineinanderstoßen und durch gegenseitiges Einwachsen ihrer Ganglienzellfortsätze einheitlich erscheinen. Zwar können die die Schlundkommissuren bildenden Gangliencentralmassen als morphologische Gebilde nicht unterschieden werden, aber ebensolchen Verhältnissen begegnen wir auch in der ganzen Unterschlundganglienmasse und nicht bloß im Bereiche des Schlundringes. Hier wie dort werden die Zentralfasermassen der einzelnen Ganglien nicht im geringsten voneinander abgegrenzt, nichtsdestoweniger erkennen wir ihren zusammengesetzten Bau, ja sogar die Zahl der sie aufbauenden Ganglien. Wie schon oben gesagt, ist die Zusammensetzung der Zentralfasermasse der unteren Schlundganglien durch die Ursprungsstellen der Seitennerven, durch nahe der Medianlinie liegende Neurilemmsepta und durch die Zahl der medianen und



der Konnektivzellen ausgeprägt. Ebensolche Momente finden wir auch beim Studium des Baues der Schlundkommissuren, nur mit dem Unterschiede, daß die im Medianfelde liegenden Teile in Wegfall kommen, da nur die seitlichen Teile der Zentralmassen am Aufbau der Schlundkommissuren teilnehmen. Von der Anzahl der die Schlundkommissuren bildenden Unterschlundganglienmassen hängt ihre Stärke ab. Bei *Pontobdella*, wo der ganze Schlundring als rudimentär angesehen werden kann, werden seine seitlichen Portionen lediglich vom ersten Ganglion und der nächstfolgenden Kommissur gebildet.

Im allgemeinen ist man nach der Lage der ersten Konnektivzelle berechtigt anzunehmen, daß die Unterschlundganglienmasse bei *Pontobdella* nur wenig zum Aufbau des Schlundringes beiträgt und der überwiegende Teil der Schlundkommissuren das Oberschlundganglion vorstellt. Wir können nur schematisch die Grenzen zwischen den Zentralmassen angeben, indem wir die Lage der Konnektivzellen als Anhaltspunkte verwenden und durch sie die Grenzlinie zwischen beiden Nachbarganglien führen. Auf diese Weise sind wir imstande festzustellen, daß am Bau der unteren Portion der Schlundkommissuren mehrere Ganglien teilnehmen als im oberen Teile. Das vorderste Unterschlundganglion reicht in die Schlundkommissuren am weitesten. Auf Fig. 1 und 2 im Text wird seine Lage schematisch dargestellt. Bis wie weit seine vordere, resp. obere Grenze reicht, bin ich nicht imstande anzugeben, und zwar schon aus dem Grunde, weil dieses Ganglion vor allen anderen mit dem Hirne zusammenwächst. Jedenfalls aber muß er vor die erste Konnektivzelle zu liegen kommen; mehr kann man aus anatomischen Befunden nicht erschließen, vielleicht wird uns die Embryologie genauere Aufschlüsse schaffen. Das erste Ganglion ist am stärksten am Bau der Schlundkommissuren beteiligt. Das folgende Ganglion kann schematisch als von der ersten Kommissurenzelle nach unten und hinten (siehe Fig. 1—3 im Text) bis zu der zweiten Konnektivzelle sich erstreckend dargestellt werden.

Nur ein ganz kleiner Teil des dritten Ganglions wird in den Schlundring aufgenommen und zwar nur bei *Hirudo* (Fig. 3 im Text) und *Aulostomum*; bei anderen Hirudineen liegt es im großen und ganzen außerhalb der Schlundkommissuren. Die Schlundkommissuren entsprechen also den seitlichen Teilen

einiger zu einereinheitlichen Masse verschmolzenen Neuromeren, die sich mit dem Hirne verbinden. Sie sind also nicht als selbständige Gebilde anzusehen, sondern als ein mit der Unterschlundganglienmasse genetisch und morphologisch verknüpft, einheitliches Ganze.

Bisher wurde die Zahl der Seitennerven, die aus der Unterschlundganglienmasse herkommen, mit 5 Paar angegeben, von denen die zwei hintersten aus dem letzten Unterschlundganglion austreten, die drei nachfolgenden Paare den drei folgenden Ganglien entsprechen. Was ihre Ursprungsstellen betrifft, kann ich im allgemeinen die Beobachtungen Livanow's (23) bei *Hirudo*, Bristol's (8) bei *Nephelis* und Whitman's (33) bei *Clepsine* bestätigen. Anders verhält es sich mit der Deutung des aus den Schlundkonnektiven entspringenden Nervenpaars. Auf Grund der obenangeführten Erwägungen muß es als ein dem ersten Unterschlundganglion angehörendes Seitennervenpaar gedeutet werden. Für die Richtigkeit dieser Auffassung sprechen verschiedene Momente. Die Verlaufsrichtung dieser Nerven (Fig. 12) schräg von unten nach oben und vorne in der ganzen Masse, wie auch der Verlauf der einzelnen Nervenfasern, die sich weit in der Zentralfasermasse verfolgen lassen, zeigen zweifellos, daß die Zentralteile der diesen Nerven aufbauenden Elemente ganz unten zu suchen sind, nämlich in den Ganglienpacketen des vordersten, vielleicht auch des zweiten Unterschlundganglions. Die Lage dieser Nerven variiert stark bei verschiedenen Hirudineenarten. Bei *Rhynchobdelliden* und bei *Nephelis* ist ihre Homologie mit anderen Unterschlundseitennerven unzweifelhaft; ihre Ursprungsstellen liegen dicht an denen des nächstfolgenden Neurosoms (Fig. 12). Bei *Hirudo* und *Aulostomum* ist die Ursprungsstelle dieser Nerven, und zwar der Beschaffenheit des ersten Ganglions entsprechend, weiter nach oben hin verschoben, so daß er etwa auf der halben Höhe des Schlundringes erscheint, d. h. auf der Höhe der ersten Konnektivzelle, die, wie oben gesagt, auf der Hinterfläche der Schlundkommissur liegt. Seitlich davon, also unzweifelhaft aus den seitlichen Teilen des ersten Unterschlundganglions tritt der genannte Nerv hervor. Es werden also in der ganzen Unterschlundganglienmasse 6 Paar von Seitennerven getroffen, die streng den Zentralmassen der 5 Neuromeren entsprechen.

Im innigen Zusammenhange mit der reduzierten Zahl der Sei-



tennerven infolge des Zusammenschmelzens ihrer Wurzeln steht die Beschaffenheit der Leydig'schen Gliazellen. Damit will ich mich jedoch nur nebenbei beschäftigen, da die Verhältnisse, die bei *Nephelis* von Bristol (8) geschildert wurden, auch anderen Hirudiniden gemeinsam sind. Bei *Hirudo* und *Aulostomum* liegen die Leydig'schen Zellen eine Strecke weit von den Ganglien entfernt; nur im letzten Unterschlundganglion liegen sie in unmittelbarer Nähe des Ganglions im Winkel zwischen den beiden Nervenästen. In anderen Nerven liegen sie an deren Peripherie längs ihrer Achse spindelförmig ausgezogen. Im vorletzten Unterschlundnerven, der, wie schon aus älteren Arbeiten bekannt, aus zwei Wurzeln entspringt, liegt diese Gliazelle im Winkel zwischen den beiden Wurzelästen auf der dem Ganglion zugekehrten Seite.

Besonders klar liegen diese Verhältnisse bei *Pontobdella* vor. In den Mittellkörpervenen sind die Leydig'schen Zellen, wie bekannt, multipolar, da sie alle drei Hauptnervenstämme und die von ihnen ausgehenden kleineren Nervenzweige mit gesonderten Zellausläufern versehen. In den Nerven der Endganglien dagegen liegt jedem Nerven je eine Gliazelle dicht an, die nicht wie sonst von ihm eine Strecke entfernt ist, sondern sich ihm mit ihrer ganzen Fläche dicht anschmiegt.

In der Literatur herrscht keine Einigkeit hinsichtlich der die Unterschlundganglienmasse bildenden Zahl der Neurosomiten. Abgesehen von alten Untersuchungen von Leydig und Leuckart (21), nach denen die Unterschlundganglienmasse als eine aus drei Ganglien entstandene, wie auch von jenen von Vignal (32), nach denen sie aus 2 Ganglien aufgebaut erklärt wurde, treffen wir zum erstenmal in der Hermann'schen Arbeit (12) eine eingehendere Besprechung dieses Themas. Jene in jeder anderen Richtung so ausführliche Arbeit stellt uns den Bau der die Bauchganglienmasse schließenden Endglieder nicht einwandfrei dar. „Während bei diesen (Bauchganglien) — sagt er — entsprechend den zwei jederseits entspringenden Nerven, zwei paarig angelegte Faserkomplexe die Fibrillen der Kommissuren, Nerven und Zellen vereinigen, finden sich im unteren Schlund und letzten Ganglion mehrere solche für sich abgegrenzte Zentralteile, und zwar in Übereinstimmung mit der Nervenzahl in ersterem sechs, in letzterem sechs bis acht, von denen jeder von der inneren Kapsel seine Umhüllung erhält“. Wenn ich also Hermann's Worte recht verstehe, wird nach ihm die Unterschlund-



ganglienmasse aus 6 reduzierten Ganglien aufgebaut. Erst von François (10) wurde die genannte Masse als eine aus 5 normalen, sich aber voneinander nur undeutlich unterscheidenden Ganglien zusammengesetzte erklärt. Nach Retzius (28) scheint die Unterschlundganglienmasse „aus wenigstens vier einfachen Ganglien aufgebaut zu sein, indem diese sich von vorn nach hinten aneinander gedrückt haben und ohne Vermittlung von besonderen Längskommissuren zusammengelötet sind“. Das Kriterium der Zusammensetzung der Unterschlundganglienmasse liegt nach ihm in der Zahl der Riesenganglienzellen, die einem normalen Ganglion in Zweizahl zukommen. Da in der genannten Masse ihrer acht vorkommen sollen, beträgt also nach seiner Meinung die Zahl der zusammengeschmolzenen Ganglien mutmaßlich vier. Da ich nach der Zahl dieser Riesenganglienzellen nicht geforscht habe, bin ich also außer stande anzugeben, ob man wirklich nur 8 solche Zellen in der Unterschlundganglienmasse annehmen muß; wenn dem auch so wäre, so ist man doch noch nicht berechtigt, aus ihrer Zahl auf die Zahl der Ganglien zu schließen, da sie in den reduzierten Ganglien vielleicht auch einer Größenabnahme unterliegen.

Mit den Endresultaten der Untersuchungen Whitmans (33) über *Clepsine* und besonders mit seinen Ausführungen kann ich mich nicht einverstanden erklären. Zwar stimme ich ihm, was die Zahl der die Unterschlundganglienmasse aufbauenden Neuromeren, anbelangt, bei, aber die von ihm angewendete Methode scheint mir zu sehr gezwungen zu sein. Bloß nach der Zahl der Ganglienpackete wird die Zahl der Ganglien selber angegeben. Die Packete, die einem jeden Ganglion als ihm eigentümlich bezeichnet werden, werden ohne Rücksicht auf ihre Lage dazu verwendet, z. B. das vordere Seitenpaket des zweiten und beide Seitenpackete des ersten Unterschlundganglions sollen nach ihm auf die Hinterfläche der Oberschlundganglienmasse verschoben sein und dort zusammen mit Hirnganglienpacketen in inniger Berührung mit der Hirnzentralmasse stehen. Diese Vermutung beruht auf der irrümlichen Voraussetzung, daß die Packete ihre Individualität und Zahl streng bewahren, obwohl andere Eigenschaften des Zentralnervensystems in den reduzierten Somiten einer augenfälligen Rückbildung unterworfen sind. In dieser Hinsicht muß ich Livanow beipflichten, daß für die Zugehörigkeit der Packete zu den Ganglien nur die Verlaufsrichtung und die Eintrittsstellen in die Zentral-

masse der im betreffenden Packet liegenden Ganglienzellen von entscheidender Bedeutung sind. Man muß also alle im Oberschlundganglion liegenden Ganglienpakete dem Hirne und alle in der Unterschlundganglienmasse liegenden dieser selbst zurechnen. In der Arbeit von Bristol (8) (Whitman's Schüler) über die Metamerie bei *Nephelis* finden wir dieselbe, durch keine Tatsachen begründete Willkür im Zurechnen der Pakete zu den einzelnen Schlundganglien. Seine schematischen, die Lage der Ganglienpakete darstellenden Zeichnungen sind in einigen Punkten ungenau. Die im ganzen unsymmetrische Lage der medianen Ganglienpakete, wodurch auf der linken Seite der Unterschlundganglienmasse ein Packet mehr als auf der anderen zu liegen kommt, wird von Livanow, dem ich mich anschließe, nicht bestätigt.

Nach Leuckart (22) soll die Unterschlundganglienmasse aus 5 Ganglien aufgebaut werden, die „einzeln auf die Hälfte der früheren Zusammensetzung reduziert sind“.

Livanow's (23) Ansichten über die Neuromerie des vorderen Körperendes der Hirudineen kann ich im allgemeinen nicht als richtig annehmen. Die Zahl der die Unterschlundganglienmasse zusammensetzenden Ganglien beläuft sich nach ihm auf vier. Es sind nämlich die von mir als vier hintere Unterschlundganglien bezeichneten Neurosomiten; Livanow's Angaben über deren Lage, Gestalt und andere Eigenschaften kann ich vollkommen bestätigen. Das von mir als erstes am stärksten modifiziert bezeichnetes Ganglion wird von ihm nicht als solches, sondern als „eine lokale Besonderheit im Bau des Nervensystems, nämlich durch Bildung eines Schlundringes bedingt“ gedeutet. Es soll nach ihm dem Faivre'schen Mediannerven entsprechen, dem sich noch Nervenfasern zugesellen, „welche nicht in unmittelbarer Verbindung mit letzteren stehen, jedoch die Mächtigkeit dieses Nervenquerbündels sehr verstärken, was vielleicht eine Folge von sekundären Bildungsvorgängen ist“. Die in ihm liegenden Gliazellen „stellen wahrscheinlich ein wenig weggerückte Gliazellen der Schlundkonnektive dar“. Und doch stellt es kein rätselhaftes Gebilde dar, wie es Livanow will, sondern sein ganglionärer Bau ist leicht zu erkennen. Es bildet das letzte Glied, am schärfsten modifiziert in der Kette der sich nach vorne verkürzenden Bauchganglien. Weiter folgt daraus, daß der bisher sog. Schlundkonnektivnerv dem ersten Ganglion als sein Seitennerv zugerechnet werden muß.



## II. Die Oberschlundganglienmasse.

Die Gliazellen der Oberschlundganglienmasse wurden bisher nur von Whitman (33), Bristol (8) und Livanow (23) beschrieben. Die Beobachtungen von Whitman und Bristol sind unzulänglich, da diese Forscher nur zwei von diesen Zellen gesehen haben und ihnen außerdem die Natur dieser Zellen rätselhaft geblieben ist. Bei *Gnathobdelliden* enthält nach Livanow jede Hälfte der Oberschlundganglienmasse sechs solche Zellen. Er beschränkte sich nur auf die Angaben ihrer Zahl und Lage; histologisch wurden sie weiter nicht untersucht. „Von ihnen befindet sich eine Gliazelle nahe der Medianlinie unter dem mittlern Ganglienzellenpaket auf der vorderen Fläche der Oberschlundganglienmasse; lateralwärts auf derselben Fläche liegen die weitem vier Gliazellen, jedem Paar der betreffenden Pakete entsprechend, und die sechste Gliazelle ist unter dem äußersten unpaaren Paket schon auf der hinteren Hirnseite gelagert“. Bei *Rhynchobdelliden* (*Proclepsis tessellata*) findet man nach ihm die gleiche Zahl von Gliazellen. Bei *Acanthobdella peledina* (24) gibt es aber jederseits je acht Zellen; diese Zahl kann jedoch variieren und auf 7, ja sogar auf 6 sinken.

Ich konnte mich überzeugen, daß 1) verschiedene Hirudineenarten eine verschiedene Zahl von Gliazellen im Hirne besitzen und 2) daß die Zahl der besprochenen Zellen im Bereiche der einzelnen Arten bei verschiedenen Individuen nicht konstant, sondern recht schwankend ist, daß aber eine gewisse Zahl doch am häufigsten vorkommt, weshalb sie als typisch angenommen werden kann. Besonders *Nephetis* ist diesen individuellen Schwankungen unterworfen, und ich kann konstatieren, daß bei stärker entwickelten Individuen, deren Hirn größer als sonst war, auch die Zahl der Gliazellen zunahm. Alle diese Zellen liegen der Neurilemmhülle dicht an, oder sind ein wenig von ihr entfernt; sie befinden sich auf der vorderen, äußeren, sogar auf der hinteren Fläche der Hirnzentralmasse, niemals aber auf der inneren, dem Schlundrohr zugekehrten Fläche. In der Lage wird strenge Symmetrie zur Medianebene bewahrt, so daß die Gliazellen, die in der linken Hälfte vorkommen, ihre Äquivalente in der rechten haben. Bei verschiedenen Individuen derselben Art werden nur selten dieselben Lagebeziehungen der Gliazellen bemerkt. Ihre Lage unterliegt in gewissen Grenzen stärker oder schwächer angedeuteten Schwankungen.



Die am häufigsten bei *Hirudo* vorkommenden Lageverhältnisse der Gliazellen sind folgende. Die Zellen liegen paarweise und gewöhnlich finden sich fünf Paare. Im Gegensatz zu den Angaben Livanow's sehe ich das sechste Paar, das von Livanow noch zum Hirn gerechnet wird, schon als die erste Konnektivzelle der Unterschlundganglien an, was bereits oben erörtert worden ist. Die Zellenpaare berühren sich manchmal mit ihren Leibern, sie können aber auch eine Strecke auseinandergehen und auf diese Weise wird ihr charakteristisches Auftreten verwischt.

Beginnen wir in der Mitte des Hirns. Das erste Zellenpaar (Fig. 1 a im Text) liegt nahe der Mittellinie auf der Dorsalseite des Hirns in einer Ebene; manchmal aber verschieben sich die Zellen gegeneinander, so daß sie eine hinter der anderen in der Mittellinie zu liegen kommen. Die zwei Gliazellen der zwei folgenden Paare (b und b') liegen jederseits dicht nebeneinander, indem die der Medianlinie näher liegende der oberen, die distale der vordern Hirnfläche zugewendet ist. Die Zellen, die zu den zwei letzten Paaren gehören (c und c'), sind weiter voneinander entfernt; die mehr zentral gelegene kann sich den Zellen des zweiten Paares so nähern, daß sie mit ihnen eine Gruppe von drei Zellen bildet. Während sie von oben und vorn der Zentralmasse anliegt, ist die distale ganz nach vorn zugewendet.

Diese Beschreibung kann auch für *Aulostomum* gelten, jedoch mit dem Unterschied, daß die Abstände zwischen den einzelnen Zellen viel größer sind, da der ganze Schlundring mächtiger als bei *Hirudo* entwickelt ist, was wohl durch die Lebensweise des Tieres bedingt wird.

Bei *Nephelis* existiert diese paarige Anordnung durchaus nicht. Die Zellen, deren Zahl bis auf zwölf steigen, anderenfalls bis auf sechs sinken kann, sind nicht nur auf die obere Portion des Schlundringes wie bei *Hirudo* beschränkt, sondern breiten sich auch auf dessen laterale Portionen aus und reichen bis in die Nähe der Unterschlundganglienmasse. Dies auffallende Auftreten der Gliazellen hängt ja selbstverständlich vom Umfange des Hirnes ab, das bei *Nephelis* und *Rhynchobdelliden*, wie schon längst bekannt, sich weit seitwärts erstreckt. Dies wird durch die Ursprungsstelle der Hirnnerven gekennzeichnet, die den Unterschlundnerven ganz nahe zu liegen kommen. Ich verzichte darauf, die Lage der einzelnen Zellen zu besprechen, es soll nur hervorgehoben werden, daß sie

keinesfalls alle an der Vorderfläche der Hirnzentralmasse liegen, sondern die einen sich auf der vorderen, die andern auf der äußeren, d. h. der oberen, resp. lateralen, ja sogar auf der Hinterfläche befinden.

Die Zahl der Gliazellen im Hirne bei *Clepsine sexoculata* bin ich nicht im stande anzugeben. Einigemal habe ich nur zwei Gliazellen jederseits bemerken können; die höchste Zahl, die ich nur ein einziges Mal gefunden habe, betrug vier auf jeder Hirnseite.

Besonders schöne Bilder in bezug auf die Gliazellen liefert hingegen *Pontobdella*. Die Oberschlundganglienmasse ist sehr schwach entwickelt und entsendet jederseits nur einen Nerven, da der untere, der sog. Schlundkonnektivnerv dem ersten Unterschlundganglion zuzurechnen ist, was durch sein Verhältnis zu den Konnektivzellen bewiesen ist. Die Zellen (Fig. 2 im Text) je sechs auf beiden Seiten, bilden, indem sie sich gegenseitig berühren, vier Dreiergruppen. Gewöhnlich finden sich in jeder Gruppe zwei Zellen auf der Vorderfläche der Zentralmasse und die dritte lagert der oberen Hirnseite auf. So stellen die zu einer Gruppe gehörenden Zellen ein Dreieck dar; die Zellen können aber auch aus ihrem Verband auseinanderweichen und dadurch wird diese regelmäßige Anordnung ein wenig gestört.

Hinsichtlich des Hirnes und der dieses mit der Unterschlundganglienmasse verbindenden Schlundkonnektiven wurden verschiedene Meinungen ausgesprochen. Bald wurde der ganze Schlundring, d. h. die Ober- und Unterschlundganglienmasse zusammengenommen, für eine einheitliche Masse erklärt, mit dem Namen „Gehirn“ belegt und den Bauchganglien gegenübergestellt (Leydig); bald wurde einerseits das Hirn mit den übrigen Ganglien und andererseits die Schlundkommissuren mit den Bauchkommissuren homologisiert; bald wurde die Oberschlundganglienmasse für ein selbständiges Gebilde *sui generis* gehalten.

Die Leydig'sche Ansicht, der sich auch später Hermann anschloß, erscheint durch keine Tatsachen begründet. Zwar stellt sich bei ausgewachsenen Tieren der ganze Nervenschlundring als eine morphologische Einheit dar, die auf beiderseitigem Austausch der Elemente der oberen und der unteren Schlundganglienmasse beruht, vom embryologischen Standpunkt dagegen muß diese Ansicht widerlegt werden. Wie es nämlich aus den Untersuchungen Kleinenberg's (17), Salensky's (30), Bergh's (45), Fi-

latow's (9), Hatschek's (11) erhellt, entsteht erstens die Anlage des Ganglion supraoesophageum im ganzen getrennt von der Anlage des Bauchmarks und schmilzt erst sekundär mittels seitlicher Auswüchse mit derselben zusammen, zweitens ist die untere Portion des Schlundringes, d. h. die Unterschlundganglienmasse kein einheitliches Gebilde, es ist vielmehr aus einer gewissen Anzahl der Bauchganglien zusammengesetzt.

Nur vorübergehend will ich mich mit der Arbeit von Vignal (32) beschäftigen. Seine Ansicht: „Le cerveau ou ganglion sus-oesophagien est formé par la réunion de deux ganglions soudés l'un à l'autre sur la ligne médiane“ wird vom Verfasser durch keine anatomischen und embryologischen Daten begründet.

Die Ansicht von Whitman steht auch mit embryologischen Tatsachen im Widerspruch. Das Oberschlundganglion soll nach ihm jedem gewöhnlichen Bauchganglion äquivalent sein mit dem Unterschied, daß sich ihm Elemente des zweiten und des dritten Neuromers angeschlossen haben. Die dorsale Lage dieses ersten Ganglions soll nach ihm erst sekundär erworben sein; primär lag es präoral auf der Bauchseite und lagerte sich, nach hinten verschoben, dem Schlundrohr auf.

Dieselbe Meinung wird auch von Bristol vertreten. Auf Seite 51 seiner Arbeit lesen wir: „This discovery enables us now to say, without reserve, that every element recognized in the body neuromere is found in the supra-oesophageal ganglia, and therefore that the supra-oesophageal ganglion or »brain« is homologous with a body neuromere“. Die ganze Homologisierung des Hirnes mit den Bauchganglien steht aber auf schwachen Füßen. Es sollen sich nämlich manche Ganglienpackete aus der unteren auf die obere Schlundganglienmasse verschieben. Die Unzulänglichkeit dieser Auffassung erhellt schon daraus, daß bei verschiedenen Hirudineenarten die Zahl der Hirnganglienpackete stark variiert; bei *Hirudo* z. B. gibt es ihrer 20. Nach Whitman's Theorie sollte also das Hirn von *Hirudo* wenigstens aus drei Ganglien aufgebaut sein, bei *Nephelis* dagegen wie auch bei *Clepsine* entspricht es nach ihm nur einem Neuromer. Die überzähligen Hirnganglienpackete, die Bristol beim Kombinieren der einzelnen Ganglien übrig blieben, werden von ihm ganz willkürlich dem sympathischen System zugerechnet. Wenn man aber ohne vorgefaßte Vermutung an das Studium des Hirnes geht, so muß man zugeben, daß der Bau des Hirns sich auf den



Grundplan eines Bauchganglions nicht zurückführen läßt. Weder die Zahl der dem Hirne zukommenden Gliazellen, noch die Anordnung und Zahl der Ganglienpakete, noch der Bau des Gehirnnervenpaares, mit einem Worte der ganze anatomische Aufbau des Hirnes beweist nicht im mindesten dessen zusammengesetzte Natur; im Gegenteil, es muß als ein einheitliches Gebilde aufgefaßt werden, das genetisch und morphologisch von den übrigen Ganglien streng zu unterscheiden ist. Mit dem Whitman'schen Satze also „... the ganglionic centers of the ventral cord are simple repetitions, element for element, of the »brain«“ kann ich mich daher durchaus nicht einverstanden erklären. Auch die Verlagerung des Hirns von der Bauchfläche auf die Dorsalseite wird nicht von der Embryologie bestätigt. Ebenfalls zeigt uns die Embryologie, daß die hinteren wie auch die vorderen Hirnganglienpakete nicht eingewanderte, sondern autochthone Gebilde darstellen.

Eine entgegengesetzte Meinung, die als Folge weitgehender theoretischer Erwägungen erscheint, wurde von Lang (18, 19) aufgestellt. Nach ihm sind die Hirudineen unter den gegliederten Würmern die nächsten Verwandten der Plathelminthen. Besonders die Rüsselegel (*Clepsine*) sollen mit *Gunda* phylogenetisch in enger Beziehung stehen. Unter anderem sagt er: „Das Zentralnervensystem von *Gunda* läßt sich in der Tat bis ins Einzelne mit demjenigen der Hirudineen und Anneliden vergleichen“. Der sensorielle Teil des Gehirns von *Gunda*, dem ausschließlich Sinnesnerven entspringen, soll dem Oberschlundganglion und der motorische Teil dem Unterschlundganglion der Hirudineen entsprechen. Es ist also nach ihm die Oberschlundmasse weder morphologisch noch physiologisch den Bauchganglien homolog. Daß sich das Hirn auf das Schema eines Bauchganglions als ein ihm nicht gleichwertiges Gebilde nicht zurückführen läßt, darin stimme ich Lang bei; jedoch die Bauverhältnisse der Hirnnerven sprechen dagegen, daß zwischen dem Hirne und den übrigen Ganglien eine physiologische Differenz existieren sollte. In der Tat sind, wie mehrere Forscher übereinstimmend beschreiben, die Hirnnerven gradeso wie andere Nerven von gemischter Natur. Besonders Whitman, Bristoll und Livanow verdanken wir genaue Beobachtungen über den Verlauf und die Endigungsweise der Seitennerven und speziell der Hirnnerven, und aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß die Hirnnerven, was die

Topographie anbelangt, die vordersten Körperringe innervieren, aber, ähnlich wie andere Nerven, motorische wie auch sensorische Nervenfaserbündel einschließen. Später gab La'ng selbst (20) seine bisherigen Anschauungen über die Natur des Hirns auf, indem er zugab, daß sich auch im Hirne motorische Fasern befinden. Diesen letzten Standpunkt Lang's, den auch Hatschek (11) einzunehmen scheint, teile ich vollständig.

Auch Livanow (23) hat gegen Whitman's Homologisierung des Gehirns mit den Bauchganglien Einwände erhoben und sich dahin geäußert, daß keine Gründe vorliegen, die eine solche Annahme berechtigten. Nach Livanow treten bei *Nephelis* (*Herpobdella*) und bei *Rhynchobdelliden* primitivere Stadien in der Entwicklung des Hirnes auf, dessen Bau infolge der sekundären Teilung seiner Ganglienzellenpakete bei *Hirudo* und *Aulostomum* komplizierter wird. Die Ansicht Livanow's, daß das Hirn morphologisch den übrigen Ganglien gegenübergestellt werden muß, die Ansicht, die auch schon von Leuckart (22) hervorgehoben wurde, muß ich auf Grund der anatomischen Daten im vollen Umfange bestätigen. Anders aber steht es mit der Deutung der Schlundkommissuren, die von beiden genannten Forschern als den übrigen Konnektiven gleichwertige Gebilde angesehen wurden. Wie das Hirn mit den Unterschlundganglien verbunden ist, wie die Schlundkommissuren zu deuten sind, wurde schon oben erörtert.

### III. Die Analganglienmasse.

Über die Analganglienmasse will ich bloß kurz berichten.

In den älteren Arbeiten über die Zellen der Zentralfasermasse der Analganglien [Hermann (12), François (10), Rohde (29)] finden wir nur ungenaue Angaben bezüglich der Zahl und Lage der in Rede stehenden Elemente. Hermann beschrieb im Analganglion bloß mediane Zellen, ohne jedoch deren Zahl anzugeben. Rohde sah in dieser Region unregelmäßig zerstreute Zellen, deren Natur und Homologie mit denen der normalen Neurosomiten er nicht erkannte. Erst Livanow (24) hat in den Untersuchungen über *Acanthobdella peledina* nachgewiesen, daß im Analganglion auch für die Gliazellen im großen und ganzen dieselben Verhältnisse gelten, wie sie von ihm als für die Unterschlundganglienmasse charakteristisch beschrieben worden sind. Es werden nämlich infolge der Verkürzung der Commissuren (richtiger gesagt: beim



Ausbleiben ihrer Entwicklung) die Konnektivzellen von der Mitte nach der Peripherie hin verschoben und gewinnen hier ein den Medianzellen ähnliches Aussehen. Hier muß ich betonen, daß im Gegenteil die primitive Lage der Konnektivzellen am Boden des sich entwickelnden Konnektivs ist und daß sie eigentlich erst später durch das fortwährend wachsende Konnektiv in dessen Mitte eingeschlossen werden.

Gelegentlich möchte ich auch eine Annahme erwähnen, daß die medianen Gliazellen nicht eigentlich den Ganglien, d. h. den Nervenknotten zuzurechnen sind. Wie allgemein bekannt, liegen sie in der Medianlinie, jede unter einem Quernervenfaserstrange, der den Querkommissuren im Strickleiternnervensystem entspricht. Wenn man also das Nervensystem der Hirudineen mit dem Strickleiternnervensystem zu homologisieren wagt, erscheinen die medianen Gliazellen als Gebilde der zwei in jedem Neurosomit liegenden Querkommissuren und nicht als solche der eigentlichen Ganglienmassen, in deren Bereich sie erst später durch Hineinwachsen ihrer Fortsätze eindringen. In dieser Deutung besitzen bloß Längs- und Querkommissuren, wie auch laterale Nerven ihre besonderen Gliazentren, während die Ganglien ihre Gliafasern erst sekundär erhalten. In gewissem Grade wird diese Meinung durch die Embryologie bestätigt, da ja, wie aus Bergh's (6) und Apáthy's (2) Untersuchungen hervorgeht, die Gliazellen ontogenetisch älter sind als das definitive Nervensystem, indem sie Überreste des provisorischen Nervenplexus darstellen, sich dem neuentstehenden Nervensystem an bestimmten Stellen anlegen und durch histologische Differenzierung innig mit ihm verbunden werden.

Wie in dem Unterschlund- so steht auch im Analganglion die Zahl der Gliazellen im engen Konnex mit derjenigen der Neurosomen. Da aber das Analganglion von mehreren Forschern [Apáthy (1), Whitman (33), Bristol (8), Leuckart (22), Oka (27)] hinsichtlich der es bildenden Neuronenzahl richtig beurteilt wurde, und da die Ergebnisse meiner Beobachtungen in diesem Punkte mit denen der oben genannten Forscher übereinstimmen, will ich mich damit nur kurz befassen.

In seiner bekannten Arbeit unterscheidet Apáthy in der hinteren Körperregion zwei streng voneinander getrennte Ganglienmassen: das sg. Analganglion, dessen laterale Nerven die letzten Körpersomen innervieren und das Haftscheibenganglion, das, wie

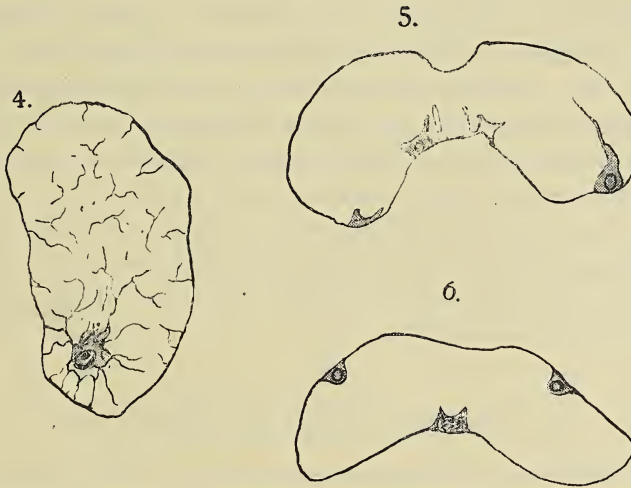


es schon die Bezeichnung sagt, in der Haftscheibe liegt. Besonders klar treten diese Verhältnisse bei *Piscicola* zutage. Bei ihr wird die Analganglienmasse aus drei normalen, durch kurze (nur einige  $\mu$  lange) Konnektive verbundenen Ganglien gebildet. Eine normale Kommissur verbindet sie mit dem Haftscheibenganglion, das vielleicht, was ich leider nicht bestimmt konstatieren konnte, aus fünf stark modifizierten Ganglien besteht. Bei anderen Hirudineen sah auch ich, wie andere, daß das Haftscheibenganglion aus 7, die Analgangliengruppe aus 3 Ganglien gebildet wird. Bei *Nephelis* sind, wie Bristol angibt, beide Gangliengruppen zusammengetreten, so daß diese Masse aus 10 Ganglien zusammengesetzt ist. Gegen das Ende werden die Ganglien immer mehr reduziert; sie nehmen an Masse und hauptsächlich an Länge ab, so daß das letzte Ganglion (bei *Nephelis* zwei letzte Ganglien) wesentlich in seinem Bau modifiziert erscheint. Das dem Faivre'schen Nerven entsprechende, mediane Längsnervenfaserbündel verläuft bei allen von mir untersuchten Hirudineen zwischen den einzelnen Ganglien auf der unteren Fläche der beiden Hauptstämme, um weiter in den normalen Konnektiven dorsal zu verlaufen.

Die medianen Gliazellen liegen in der Medianlinie hintereinander; bei Arten, bei denen die Zellen groß sind und die Verkürzung der Ganglien stark hervortritt (*Pontobdella*), berühren sich die in jedem Ganglion liegenden Zellen mit ihren Plasmamassen. Bei Gnathobdelliden wird in den letzten vier Ganglien deren lineare Anordnung dadurch gestört, daß die Zellen infolge des gegenseitigen Druckes ihre mediane Lage verlassen, indem sich die eine nach rechts, die andere nach links verschiebt; bei *Nephelis* werden sie sogar nicht selten, nicht so häufig bei den Hirudiniden auf demselben Querschnitte getroffen (Fig. 5 im Text). Es treten also auch in den Analganglien dieselben Lageverhältnisse der medianen Gliazellen auf, wie in den zwei vordersten Ganglien der Unterschlundganglienmasse, was nichts anderes als die Folge der bedeutenden Verkürzung der Ganglien darstellt.

Bei *Hirudo* und *Aulostomum* kommen nicht selten solche Bilder vor, wo die Kommissurenzelle, die zwischen dem ersten und dem zweiten Analganglion (von der Körpermitte an gerechnet) liegt, nicht an die Peripherie, sondern von allen Seiten von der Zentralmasse, wenn auch nicht in ihrer Mitte, umhüllt, zu liegen kommt (Fig. 4.

im Text). Andere Kommissurenzellen der folgenden Neurosomiten liegen schon dicht an der Neurilemmhülle und zwar die in den Somiten der Leibesmitte näher gelegenen nehmen die untere Fläche der Zentralfasermasse ein. Die Symmetrie wird aber nicht streng eingehalten. Die eine der zwei korrespondierenden Zellen liegt der Medianlinie näher, die andere ist seitwärts verschoben. Gegen das



Halbschematische Figuren mittels des Abbe'schen Zeichenapparates gezeichnet. Fig. 4. *Aulostomum*. Querschnitt, Kommissurenzelle zwischen dem ersten und dem zweiten Analganglion (von der Körpermitte an gerechnet) (Zeiss. DD, Komp. Ok. 6). Fig. 5. *Hirudo*. Querschnitt durch das Analganglion. Fast auf derselben transversalen Fläche erscheinen zwei Medianzellen (zwischen ihnen liegt im Medianfelde der Faivre'sche Nerv, durch zwei Neurilemmbalken angedeutet) und zwei Konnektivzellen. (Zeiss. C. Komp. Ok. 4).

Fig. 6. *Hirudo*. Querschnitt durch die Analganglienmasse weiter als auf Fig. 5 hinten geführt. Die Konnektivzellen liegen auf der Dorsalseite. (Zeiss. C, Komp. Ok. 4).

Körperende nimmt diese Ortsveränderung in der transversalen Fläche immer mehr zu. Einerseits (*Nephelis*) treten die Konnektivzellen gegen die Medianlinie und erreichen auf diese Weise die innere einander zugekehrte Oberfläche der Zentralmasse, andererseits werden sie immer weiter seitwärts verschoben; in den hintersten Neurosomiten verlassen sie auch diese Lage und kommen nun dorsal, oberhalb der Nervenursprungsstellen zu liegen (Fig. 6 im Text). Auch in der Längsachse kann die eine der entsprechenden Konnektivzellen eine Strecke nach vorne, die andere nach hinten rücken.

Die Grenzen dieser Translokation werden aber von den medianen Gliazellen bestimmt. Niemals findet man die Konnektivzellen vor, resp. hinter die nächsten Medianzellen verschoben. Nicht selten aber, besonders in den hintersten Neurosomiten werden die Konnektivzellen auf derselben transversalen Fläche mit den Medianzellen beobachtet (Fig. 5 im Text und Fig. 11).

Nach Mencl (25) sind in den Ganglien der Haftscheibenregion die Medianzellen verdoppelt; es sollen also in jedem Ganglionabschnitte vier Kerne mit der sie umgebenden Plasmamasse vorhanden sein, die vielleicht aus der Teilung beider Medianzellen hervorgegangen sind. Leider muß diese Vermutung als auf ungenauer Observation beruhend bezeichnet werden. Hätte der genannte Autor, ganze Schnittserien genau durchmustert, so wäre er vielleicht zu der Meinung gelangt, daß hier auch in jedem Ganglion bloß zwei Zellen liegen, daß sie bloß infolge der Verkürzung des Ganglions mehr oder weniger aneinander gerückt sind, um endlich sogar transversal zueinander zu liegen.

#### Der histologische Bau des Gliagewebes.

Bei verschiedenen Hirudineenarten ist die Art und Weise der Ausbildung des Gliagewebes mannigfaltig entwickelt. Dies hängt von der Größe und Gestalt der Gliazellen, wie auch von der Zahl und Mächtigkeit der sie verlassenden Fortsätze ab.

In der Unterschlundganglienmasse bei *Hirudo* sind die medianen Gliazellen in bezug auf ihre Größe durchaus denjenigen der normalen Bauchganglien ähnlich. Eine Differenz sehe ich bloß darin, daß ihre Länge in strenger Proportion zur Länge der entsprechenden Ganglien steht. Deshalb finden wir in den hinteren Unterschlundganglien die am wenigsten vom typischen Aussehen abweichenden Zellen; gegen das Körperende verlieren sie immer mehr an Länge, so daß im vordersten Ganglion beide Medianzellen stark in der Längsachse komprimiert erscheinen, nach beiden Seiten dagegen stark an Länge zunehmen. Es erscheint infolgedessen ihr Zellleib spindelförmig in der transversalen Achse ausgezogen.

Das in ihnen liegende Gliagitter besteht aus unregelmäßigen, stärkeren und dünneren, ja sogar kaum sichtbaren Fibrillen. An der Peripherie sammeln sich die Fibrillen konisch zu Bündeln, die in verschiedener Zahl die Zelle verlassen.



Die Konnektivzellen sind verschieden ausgebildet. Im Konnektiv zwischen dem ersten Bauch- und dem letzten Unterschlundganglion liegt eine Gliazelle, die in ihrem fibrillären Aufbau eine Zwischenstufe zwischen den normalen und den Unterschlundkonnektivzellen darstellt. Da, wie schon oben gesagt, das Konnektiv auffallend kurz ist und der Plasmaleib unmittelbar den Neurilemmscheidewänden anliegt, ist die Gestalt der Zelle aus der spindelförmigen in eine unregelmäßig multipolare übergegangen. Andererseits aber bilden die Gliafasern auch hier, wenn auch auf einer kleinen Strecke, radiäre Gliasepten, die jedoch nicht so regelmäßig wie sonst verlaufen.

Im eigentlichen Unterschlundganglion sind die Konnektivzellen stark modifiziert. Im allgemeinen ist ihre Gestalt recht veränderlich; oftmals sind sie konisch geformt und liegen nicht unmittelbar der Neurilemmhülle an, sondern in gewisser Entfernung von derselben. Der größte von mir beobachtete Abstand glich dem längsten Durchmesser der Zelle. Aus ihrem intrazellulären Gliagitter treten zahlreiche Fibrillen hervor, die in regulären Abständen die Verbindung zwischen der Zelle und dem Neurilemm bilden. An anderen Zellflächen fließen die Fibrillen bündelweise zu größeren Gliabalken zusammen. Die ersten Konnektivzellen, deren Lage schon oben geschildert wurde, hat eine kurzspindelige Gestalt und läßt mehrere gröbere und feinere Gliafasern aus ihrem Leibe hervortreten. Im Oberschlundganglion besitzen alle Zellen, deren Größe stark variiert, unregelmäßige Formen; mit breiter Basis liegen sie dem Neurilemm an, und ihre Fortsätze sind dem Zentrum zugewendet.

In seinem extrazellulären Verlauf verleiht das Gliageflecht der ganzen Ober- und Unterschlundganglienmasse einen einheitlichen Charakter. Es sei erwähnt, daß hier das Gliagewebe viel mächtiger als in normalen Ganglien ausgebildet ist. Dies bezieht sich sowohl auf die Stärke, als auch auf die Zahl der Gliafasern und der aus ihnen heraustretenden Fibrillen. Die Art des Verlaufes der Gliafasern im Ober- und Unterschlundganglion ähnelt in groben Zügen der der normalen Bauchganglien. Das von den medianen Gliazellen stammende Gliagerüst bildet so wie in normalen Ganglien keine Gliascheiden um die Nervenfasern; die aus den Zellen tretenden, zusammengesetzten Gliafasern teilen sich in ihrem Verlauf vorwiegend dichotomisch, laufen wirr durcheinander, sich in verschiedensten Richtungen kreuzend, bis endlich einzelne Gliafibrillen, aus ihrem Verband gelöst, frei verlaufen und wie gewöhnlich dem

Neurilemm sich anschmiegen, oder längs der Ganglienzellfortsätze sich auf deren Leibe ausbreiten. Die charakteristische Gruppierung der Gliafasern, die in den Konnektiven in der Ausbildung der Gliasepten und Gliascheiden um die einzelnen Nervenfasern ihren Ausdruck findet, wird in der Unterschlundganglienmasse gänzlich aufgehoben. Die Gliafasern der Konnektivzellen in der Unterschlundmasse weichen in ihrer Ausbildungsweise von der der Medianzellen nicht ab. Auf diese Weise trägt die Ausbildung der Gliafasern der Konnektivzellen beträchtlich zur Einheitlichkeit des histologischen Baues der ganzen Unterschlundganglienmasse wie auch des der Schlundkommissuren bei. Die Fasern, die sich reichlich unter stumpfen und spitzen Winkeln verästeln, ziehen von ihrer Ursprungsstätte weit nach vorn und hinten in die Nachbarganglien. Ob sie hier in zusammenhängende Netze verbunden sind, kann ich nicht bestimmt entscheiden, da es unmöglich ist, in einem so dichten Gewirr die einzelnen Fibrillen auf weitere Strecken hin zu verfolgen. So erscheint die ganze Ober- und Unterschlundganglienmasse von unzähligen Fasern und Fibrillen durchwoben, die ihr ein stark einheitliches Gepräge verleihen. Es kann also hier von der Selbständigkeit der Ganglien keine Rede sein; die Grenzen zwischen den einzelnen Ganglien können nur schematisch angegeben werden, in Wirklichkeit existieren aber keine.

In der ganzen genannten Zentralfasermasse, besonders aber im Schlundringe findet man auf Querschnitten folgende Bilder: Die aus den Zellen direkt kommenden, mächtigen Gliafasern nehmen meistens die Richtung gegen das Zentrum (Fig. 3 und 7). Unterwegs zweigen sie nur spärlich Äste nach den Seiten ab, in die Mitte der Zentralmasse gelangt, teilen sie sich in eine Anzahl von Fibrillenbündeln, die sich größtenteils längs des Schlundringes umbiegen und sich auf weite Strecken hin verfolgen lassen. Eine aber nicht kleine Anzahl von Gliafasern verläuft unregelmäßig in verschiedensten Richtungen in wellenförmigen oder stumpfgebrochenen Linien. Die gröberen Gliabalken treffen wir also hauptsächlich in der Mittelgegend der Zentralmasse an, und erst hier nach einem längeren oder kürzeren Verlauf teilen sie sich in immer dünnere Äste. Die so entstandenen Fibrillen laufen radiär gegen die Peripherie hin, um sich hier wie gewöhnlich entweder der Neurilemmhülle anzuschmiegen oder sie zu durchbohren und Gliafaserkörbe um die Ganglienzellen zu bilden. Im Gegensatz also zu den Mittel-



partieen der Zentralmasse, wo hauptsächlich nur gröbere, unregelmäßig verlaufende Gliabalken liegen, werden in deren Randpartieen nur dünne, radiär verlaufende Gliafibrillen angetroffen.

Nicht in allen Gegenden der Zentralmasse tritt das Gliageewebe mit derselben Kraft auf. Am mächtigsten ist das Gliageflecht im Oberschlundganglion in seinen lateralen Portionen entwickelt, was als Folge der hier angehäuften Gliazellen erscheint. In der sie verbindenden, im Medianfelde liegenden Partie der Zentralfaser-masse, wie aus Fig. 3 ersichtlich, nehmen die Gliafasern hauptsächlich transversale Richtung. Auf diese Weise wird die rechte Hirnportion mit Gliafasern versehen, die aus der linken stammen, und umgekehrt. In den seitlichen Teilen des Schlundringes ist das Gliagerüst am schwächsten entwickelt, da hier nur eine Konnektivzelle zu liegen kommt. Außerdem sind hier Gliafasern zu sehen, die einerseits von der unteren Schlundganglienmasse, andererseits vom Hirn herkommen. Diese Fasern verlaufen längs des Stammes und ziehen hauptsächlich durch dessen Mitte. Diese Verhältnisse bieten also einen klaren Beweis dafür, daß die Gliazellen der Ober- und der Unterschlundganglienmasse sich miteinander verbinden.

Ganz ähnliche Verhältnisse, nur mit unbedeutenden Modifikationen bietet uns *Aulostomum*. Bei dieser Gattung ist das intrazelluläre Gliagitter auffallend stark gebaut, was besonders in den Hirngliazellen hervortritt (Fig. 10 und 14.; vergl. auch Fig. 8, T. 1 meiner vorigen Arbeit (15)); dagegen sind die frei verlaufenden Gliafasern und -fibrillen bedeutend dünner und spärlicher entwickelt als bei *Hirudo*; ihre Verlaufs- und Verästelungsart gleicht aber vollkommen derjenigen von *Hirudo*. Wie aus Fig. 10 zu ersehen ist, sind die Konnektivzellen der Unterschlundganglienmasse von unregelmäßiger Gestalt und sind mit einer Anzahl unförmlicher Gliafortsätze, die in einiger Entfernung von ihrer Ursprungsstelle knotenförmig anschwellen, versehen. Bei stärkerer Vergrößerung werden in diesen Knötchen Gliafibrillen sichtbar; in den Knötchen nämlich treten die in den Fortsätzen dicht nebeneinander verlaufenden Fibrillen aus ihrem engen Verbande ein wenig heraus, um außerhalb des Knötchens wieder miteinander vereinigt eine Anzahl von Gliabalken zu bilden. Die Konnektivzellen liegen bei *Aulostomum* ein wenig von dem Neurilemm entfernter als bei *Hirudo*, was ebenfalls aus der Figur zu erkennen ist. Der ganze Schlundring wird viel schwächer als bei *Hirudo* mit Gliagerüst versehen, da es, wie schon oben



gesagt, von viel größerem Umfange und dennoch mit der gleichen Gliazellenzahl ausgestattet ist (Fig. 14). Um so leichter kann man die Verzweigungsart und den Verlauf der einzelnen Gliafasern und -fibrillen weit von ihrer Ursprungsstelle verfolgen.

Über den Bau der Leydig'schen Zellen und der Rohde'schen Packetzellen habe ich nichts neues zu berichten (vgl. darüber meine vorige Arbeit), da sie in ihrem histologischen Aufbau gänzlich denen des Bauchstranges gleichen.

Im Analganglion bei *Hirudo* wie auch bei *Aulostomum* tritt das Gliagerüst nur schwach hervor. Die Gliazellen sind kleiner als sonst und mit einem spärlichen intrazellulären Gliagitter ausgestattet, das nach außen in spärlichen Fasern ausläuft. Die Verbindung der einzelnen Ganglien mittels des Gliageflechtes ist nur schwach angedeutet. Nur die jedem Ganglion zukommenden Medianzellen stehen im innigen Zusammenhang, indem sie in dicken Faserausläufern miteinander kommunizieren. Im allgemeinen finden wir im Analganglion, wenn auch nur in schwächerem Grade ausgebildet, dieselben Verhältnisse, wie sie für die Unterschlundganglien als charakteristisch beschrieben wurden.

Ein wenig von den geschilderten abweichende Bilder finden wir bei *Nepheleis*. In der ganzen Schlundganglienmasse ist das Gliagewebe im Vergleich mit normalen Ganglien stärker entwickelt. Die Gliazellen des Hirnes sind mannigfach geformt; alle sind mit reichlichem Plasmabelag versehen, ihre Größe und Gestalt variieren aber stark. Bald sind sie polygonal, bald konisch, bald spindelförmig gestaltet. Das endozelluläre Gliagitter (Fig. 9) tritt im Vergleich mit jenem von *Hirudo* und *Aulostomum* nur schwach hervor. Gleich nach ihrem Austritt aus der Zelle verzweigen sich die Gliafasern in immer dünnere Äste, so daß nur ausnahmsweise gröbere Gliabalken auf weite Strecken hin verfolgt werden können. Die Gliazellen der Unterschlund- wie auch der Analganglienmasse sind durchwegs von konischer Gestalt. Mit breiter Basis lagern sie sich gewöhnlich dem Neurilemm dicht an und nur ausnahmsweise (Konnektivzellen) verbinden sie sich mit demselben mittels Gliafaserbrücken. Nach oben sammeln sich die Fibrillen des endozellulären Glianetzes in ein oder zwei Fortsätze (selten werden mehrere gebildet), die nach oben verlaufen und sich erst weit von der Zelle in immer dünnere Zweige auflösen (Fig. 15). Besonders klare Bilder liefert uns die Weigert'sche Methode (Fig. 8), die die Gliafibrillen in allen ihren

Einzelheiten deutlich hervortreten läßt. Auch alle anderen, schon früher hervorgehobenen Merkmale<sup>1)</sup>, durch die sich das Gliagewebe bei *Nephelis* von dem bei *Hirudo* und *Aulostomum* unterscheidet, treten hier zutage. In die Ganglienpackete treten die Gliafibrillen der Zentralfasermasse äußerst selten ein und erreichen hier nur die Ganglienzellfortsätze, niemals aber ihren Zelleib, während man bei *Hirudo* distinkt gezeichneten Gliafibrillen rings um die ganze Zelle begegnet (Fig. 1).

Äußerst scharf hervortretende Bilder liefert uns *Pontobdella*. Die Mediagliazellen der Unterschlund- so wie auch der Analganglienmasse werden durch große, bläschenförmige Kerne scharf gekennzeichnet. Die Plasmamasse ist bis auf einen dünnen Plasmabelag rings um den Kern reduziert. Die medianen Gliazellen sind besonders in den vordersten, resp. hintersten Neurosomiten stark aneinander gedrängt, so daß sie mit ihren Kernen zusammenstoßen. Infolge der reduzierten Plasmamasse kann man eigentlich nicht von der Gestalt der Zellen sprechen, da sie nur von der Gestalt des Kernes abhängt. Die Konnektivzellen liegen der Neurilemmhülle dicht an, buchten sie sogar nicht selten so ein, daß es den Anschein gewinnt, als ob die Konnektivzellen von außen her der Zentralfasermasse anlägen. Die Zellen, die im Konnektiv liegen, das die zusammengeschmolzenen Ganglien mit dem nächsten, normalen Bauchganglion verbindet (Fig. 17), bewahren im großen und ganzen ihre typische Ausbildung; trotz der Verlagerung der Zelle sind die Gliasepten typisch aus den sich kreuzenden Gliafasern gebildet; sie sind jedoch nicht gleich lang, da ihre Länge durch die Lage der Konnektivzelle bestimmt wird. Ja es kommt sogar vor, daß an dieser Stelle, wo die Zelle am nächsten gegen die Peripherie verschoben ist, sich entweder keine oder nur rudimentäre Gliasepten anlegen und ihre Stelle einfach von den lose nach der Peripherie hinziehenden Gliafasern eingenommen wird. Auf diese Weise sind wir zu dem Schluß berechtigt, daß zwischen den Fasern, die die Konnektivzellen der Unterschlundganglienmasse (den Protoplasmabrücken nicht unähnlich) mit der Neurilemmhülle verbinden, und den Fasern, die in den Konnektiven am Bau der radiären Gliasepten teilnehmen, eine enge Homologie durchgeführt werden kann. Wie uns nämlich die Übergangsformen speziell bei *Pontobdella* zeigen,

<sup>1)</sup> Vgl. darüber meine vorige Arbeit (15),



sind im letzten Konnektivstamme die Gliasepten an der Stelle der größten Annäherung der Zelle an das Neurilemm nur undeutlich entwickelt. Außer den sich mehr oder weniger deutlich kreuzenden Gliafasern, wodurch Gliasepten entstehen, begegnen wir noch schwächer gegeneinander geneigten, ja sogar parallel verlaufenden Gliafasern. Das Gliafasergerüst ist in den beiden Endganglien außergewöhnlich stark entwickelt. Während in normalen Ganglien bei *Pontobdella* das endozelluläre Gliagitter leicht zu unterscheiden war, verliert es sich hier so gut wie gänzlich; dies steht mit den Reduktionsvorgängen an den Zellen im innigen Zusammenhange. Die Gliafasern sind dick, von starrem Aussehen, scheinen keinen Zusammenhang mit den Zellen zu haben (Fig. 11 und 12), verlaufen in verschiedenen Richtungen, teilen sich öfters dichotomisch oder laufen zu mehreren in einem Knotenpunkt zusammen, um weiter wieder auseinanderzutreten. Durch diese Anastomosenbildung gestaltet sich die ganze Zentralfasermasse der oben genannten Regionen zu einem einheitlichen Gebilde. Es liegt kein Zweifel vor, daß die Gliafasern der einzelnen Zellen miteinander verschmelzen, da die ganze Zentralmasse von einem zusammenhängenden Netze durchwoben ist. In dem mächtig entwickelten Analganglion prägt sich auch das Gliagerüst entsprechend stark aus (Fig. 16 und 18). Aber auch im Hirne, trotzdem es gleichsam rückgebildet erscheint (Fig. 12), nimmt das Gliagerüst an Stärke nicht ab, sondern bildet dichte und grobe Geflechte. Die Hirngliazellen sind kleiner als sonst und schmiegen sich dem Neurilemm an. An die Peripherie der Zentralmasse der in Rede stehenden Regionen gelangt, setzt sich ein Teil der Fasern mit konischen Anschwellungen dem Neurilemm an, ein anderer Teil dagegen biegt um und baut den peripheren Fibrillenmantel auf, der die Zentralfasermasse von dem Neurilemm abgrenzt. Am schönsten ist dieser Fibrillenmantel auf Fig. 16 und 18 zu sehen.

Noch einige Worte möchte ich über die Leydig'schen Zellen sagen. Die Zellen sind von elliptischer Gestalt und legen sich mit einer Fläche dem Neurilemm an. Durch diese Stelle tritt das Glianetz, das im Innern der Zelle in konzentrische Schichten gelagert ist, in den Bereich des Nerven ein, um ihm als Stützgerüst zu dienen (Fig. 13).

Bei *Clepsine* ist das Stützgewebe nur schwach entwickelt. In der Unterschlundmasse sind die Medianzellen der hinteren Ganglien



vollkommen denen der normalen Ganglien ähnlich; gegen des Vorderende werden sie immer kleiner, und ihre Plasmamasse nimmt immer mehr ab (Fig. 6). Das intrazelluläre Gliagitter wird kaum wahrnehmbar. Die Konnektivzellen, die in den typisch ausgebildeten Konnektiven außerordentlich groß sind, sind in der Unterschlundganglienmasse in hohem Grade rückgebildet. Dies gilt nicht nur für die Plasmamenge, die bis auf spärliche Reste geschwunden ist, sondern auch für den Kern. In den normalen Konnektivzellen nimmt er die halbe Breite des Konnektivs ein und in der Unterschlundmasse ist er vollkommen in Größe und Aussehen den medianen Kernen ähnlich. Auf verschiedensten Stufen der Rückbildung werden auch die Zellen des Nervenschlundringes angetroffen, wo endlich an Stelle der Zellen nur lokale Haufen von Körnern und Fibrillen von verschiedener Größe zu sehen sind. Das extrazelluläre Fibrillengerüst ist schwach entwickelt (Fig. 6). In den hinteren Portionen der Unterschlundganglienmasse ähnelt es dem der Bauchganglien; die Fasern sind sehr fein, teilen sich nur spärlich, anastomosieren miteinander nicht und verlaufen in geraden Linien dem Neurilemm zu. Die Konnektivzellen tragen nur wenig zum Aufbau des Gliagerüsts bei; nur unbedeutende Fibrillenbündel werden von ihnen gebildet, die sich in der Nähe der Zellen dem Neurilemm ansetzen. In den vorderen Unterschlundganglien wie auch im Hirne ist das Gliagerüst sehr schwach ausgebildet. Die an Zahl und Stärke reduzierten Gliafibrillen versorgen nur spärlich die Zentralfasermasse, ohne wie bei anderen Hirudineen so dichte Geflechte zu bilden.

Ganz eigentümliche Befunde, die jedoch schon bei *Pontobdella* und noch klarer bei *Clepsine* hervortraten, werden bei *Piscicola* angetroffen. Es kommt nämlich zum gänzlichen Schwunde der Gliazellen in den Endganglien. Während in den mittleren Bauchganglien, so wie auch in der von Apáthy so bezeichneten Analgangliengruppe die Medianzellen noch als Gliafasernanhäufungen in einer deutlichen Plasmamasse und nur mit rudimentären Kernen zu unterscheiden waren, sind sie in der Unterschlundganglienmasse und im Haftscheibenganglion bis auf wenige nur hie und da hervortretende Überreste geschwunden (Fig. 4 und 5). Das Gliagerüst ist in diesen Teilen des Nervensystems am mächtigsten entwickelt; man kann also daraus schließen, daß die Gliazellen gänzlich in dem Gliafaseraufbau aufgegangen sind. Die Kom-

missuren haben rings um den sehr großen, fein granulierten Kern einen nur dünnen Plasmabelag, in dem Gliasepten ihren Ursprung nehmen. In zusammengeschmolzenen Ganglien ist ihre Lage zwischen den Austrittsstellen der Seitennerven nur durch lokale Verdichtung des Glianetzes gekennzeichnet. Nur bei jungen Exemplaren finden wir da Zellen, die jedoch schon der Rückbildung anheimgefallen sind; die Stadien dieses Prozesses bilden Übergänge von lebensfähigen Zellen bis zu ganz in der Gliafaserbildung aufgehenden Zellrudimenten. Die ganze Zentralfasersubstanz der zusammengeschmolzenen Ganglien wie auch des Hirnes ist reichlich von gleich dicken, geschlängelt verlaufenden, reich anastomosierenden Gliafasern durchflochten. Selbst die Endverästelungen bleiben dick, verlaufen in den verschiedensten Richtungen und setzen sich, an die Peripherie gelangt, dem Neurilemm fest an, ohne es zu durchbohren.

Während wir also in der Hirudineenfamilie Formen vorfinden, wo die Gliazellen bei alten Individuen selbst als lebensfähig bezeichnet werden können z. B. *Hirudo* und *Aulostomum* (bei *Aulostomum* ist sogar das endozelluläre Gliagitter stärker als das extrazelluläre entwickelt), gibt es andere Gattungen, bei denen die Gliazellen in Rückbildung begriffen sind (*Clepsine*, *Pontobdella*). Das Endglied in dieser Kette stellt uns *Piscicola* dar, wo das ganze Stützgerüst des Nervensystems bloß als ein extrazelluläres gedeutet werden muß, da die Gliazellen selbst teilweise, ja sogar gänzlich dem Schwunde anheimgefallen sind.

### Résumé.

1) In den reduzierten Neurosomiten wird die Zahl der Gliazellen bei den von mir untersuchten Hirudineenarten, *Clepsine* und *Piscicola* ausgenommen, der Veränderung nicht unterworfen; dagegen alle anderen Eigenschaften der Gliazellen: Lage, Gestalt und Größe werden proportional zu den sich in besprochenen Neurosomiten abspielenden Reduktionsvorgängen in geringerem oder höherem Grade wesentlich modifiziert.

2) In der Unterschlund- wie auch in der Analganglienmasse gibt es in den Endganglien, die am stärksten modifiziert sind, klare Übergangsstufen hinsichtlich des Baues des Gliagewebes mit den normalen Bauchganglien.

3) Die Zahl der medianen Gliazellen beläuft sich in der Unterschlundganglienmasse auf 10, die in 5 kopfwärts sich immer mehr reduzierenden Ganglien liegen.

4) Entsprechend der Zahl der Ganglien beträgt die Zahl der Konnektivzellen auch 5 Paar (einschließlich des ersten Konnektivstammes, der zwischen dem ersten Bauch- und dem letzten Unterschlundganglion liegt).

5) In der Oberschlundganglienmasse kommt eine schwankende Zahl von Gliazellen vor, und zwar nicht nur im Bereiche der verschiedenen Hirudineenarten, sondern auch bei verschiedenen Exemplaren derselben Art.

6) Die topographischen und die morphologischen Eigenschaften des Hirngliagewebes, wie auch der ganze histologische Aufbau des Hirnes sprechen entschieden gegen jede Homologisierung des Hirnes mit den Bauchganglien.

7) Die sog. Schlundkommissuren sind keineswegs den übrigen Kommissuren äquivalente Gebilde zu nennen. Sie sind vielmehr im Verhältnis zu den Bauchkommissuren plurivalente Gebilde, die durch Ineinanderwachsen der seitlichen Teile des Hirnes und einer gewissen Anzahl von Unterschlundganglien und der sie verbindenden Konnektivanlagen zustande kommen. Das vorderste Unterschlundganglion ist am Aufbau des Schlundringes am stärksten beteiligt. Sein medianer Teil ist nur schwach entwickelt und teilweise mit dem nächsten Ganglion verschmolzen.

8) Der bisher so bezeichnete Schlundkommissurennerv muß als ein dem ersten Unterschlundganglion angehörender Seitennerv angesehen werden, was durch seine Ursprungsstelle und Verlaufsweise gekennzeichnet ist.

9) Alle Gliazellen schmiegen sich im Hirne wie auch in den Endganglien der Bauchganglienkette dicht der Neurilemmhülle an, oder liegen in einer Entfernung von einigen  $\mu$  von derselben; in letzterem Falle sind sie mit ihr mittels zarter Gliafibrillenbrücken verbunden. Das ganze Aussehen aller Gliazellen in diesen Gegenden ähnelt dem der medianen Gliazellen in den typischen Bauchganglien.

10) Das extrazelluläre Gliagitter bildet wie in den mittleren Bauchganglien keine Scheiden um die Nervenfasern, sondern die Gliafasern, die sich reichlich verästeln, ziehen in den verschie-



densten Richtungen, bis sie zur Peripherie gelangen, und hier zeigen sie dieselbe Endigungsweise wie in den Bauchganglien.

Aus dem zoologischen Institut der Universität Lemberg.

### Literaturverzeichnis.

- 1) Apáthy St. Analyse der äußeren Körperform der Hirudineen (Mitt. a. d. zool. Station zu Neapel, Bd. 8. 1888).
- 2) — Keimstreifen und Mesoblaststreifen bei Hirudineen (Zool. Anz. 14. J. 1891).
- 3) Bergh R. S. Tatsachen aus der Entwicklungsgeschichte der Blutegel (Zool. Anz. 7. J. 1884).
- 4) — Über die Metamorphose von Nephelis (Zeitschr. f. wiss. Zool. 41. V. 1885).
- 5) — Die Metamorphose von Aulastoma gulo (Arb. a. d. zool.-zootom. Institute in Würzburg 7. B. 1885).
- 6) — Neue Beiträge zur Embryologie der Anneliden. I. Die Schichtenbildung im Keimstreifen der Hirudineen (Zeitschr. f. wiss. Zool. 52. Bd. 1891).
- 7) — Die Schichtenbildung im Keimstreifen des Blutegels (Anat. Anz. 13. J. 1890).
- 8) Bristol C. L. The Metamerism of Nephelis. A Contribution to the Morphology of the Nervous System, with a Description of Nephelis lateralis (Journ. of Morph. 15. Vol. 1899).
- 9) Filatow D. Einige Beobachtungen über die Entwicklungsvorgänge bei Nephelis vulgaris. M. T. (Zool. Anz. XXI. Bd. 1898).
- 10) Francois<sup>1)</sup>. Contribution à l'étude du système nerveux central des Hirudi-nées (Tablett. zoolog. Poitiers. Tome I., 1886).
- 11) Hatschek B. Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Ein Beitrag zur Morphologie der Bilaterien (Arb. a. d. zoolog. Inst. d. Univ. Wien, T. I. 1878).
- 12) Hermann E. Das Zentralnervensystem von Hirudo medicinalis (München 1875).
- 13) Hoffmann C. K.<sup>1)</sup> Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Hirudineen (Natuurk. Verh. Holl. Maatsch. d. Wetensch. Haarlem 1880).
- 14) Jakubski A. W. Z badań nad tkanką wspierającą (neuroglią) układu nerwowego u pijawie (Hirudinei) (Sprawozd. z posiedz. nauk. w sekcjach X Zjazdu lek. i przyrod. polsk. we Lwowie. Lwów 1907/8).
- 15) — Badania nad zrębem (neuroglią) systemu nerwowego pijawek (Rozpr. Wydz. mat.-przyrodn. Akad. Um. w Krakowie T. XLVII. Ser. B. 1908).
- 16) — Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems bei den Hirudineen (Bull. Intern. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie. Classe d. Sc. math. et natur. 1908).
- 17) Kleinenberg N. Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. Nebst Bemerkungen über die Entwicklung anderer Polychaeten (Zeitschr. f. wiss. Zool. 44. Bd. 1886).

<sup>1)</sup> Die mit <sup>1)</sup> bezeichneten Arbeiten waren mir nur in Referaten zugänglich.

- 18) Lang A. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie und Histologie des Nervensystems der Plathelminthen. IV. Das Nervensystem der Tricladen. V. Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Plathelminthen (Mitt. a. d. zool. Station zu Neapel. 3. Bd. 1882).
- 19) — Der Bau von *Gunda segmentata* und die Verwandtschaft der Plathelminthen mit Coelenteraten und Hirudineen (Ebenda).
- 20) — Beiträge zu einer Trophocoeltheorie. Betrachtungen und Suggestionen über die phylogenetische Ableitung der Blut- und Lymphbehälter, insbesondere der Articulaten. Mit einem einleitenden Abschnitt über die Abstammung der Anneliden (Abdruck aus d. Jena Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XXXVIII, N. F. XXXI 1903).
- 21) Leuckart R. Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten (1863).
- 22) — Dasselbe (I B. 5. Lief. Leipzig 1894).
- 23) Livanow N. Untersuchungen zur Morphologie der Hirudineen. II. Das Nervensystem des vorderen Körperendes und seine Metamerie (Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere 20. Bd. 1904).
- 24) — *Acanthobdella peledina* Grube 1851 (Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. der Tiere 22. Bd. 1906).
- 25) Mencl E. Über die Histologie und Histogenese der sogenannten Punktsubstanz Leydigs in dem Bauchstrange der Hirudineen (Zeitschr. f. wiss. Zool. 89. Bd. 1908).
- 26) Nusbaum J. Zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen (Zool. Anz. B. 7. 1884).
- 27) Oka Asajiro. Beiträge zur Anatomie der Clepsine. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 58. 1894).
- 28) Retzius G. Biologische Untersuchungen. Neue Folge II. Zur Kenntnis des zentralen Nervensystems der Hirudineen (Stockholm 1891).
- 29) Rohde E. Histologische Untersuchungen über das Nervensystem der Hirudineen. (Zool. Beiträge Bd. III 1892).
- 30) Salensky. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Anneliden. (Biol. Zentralbl. 1882—83, Bd. 2.).
- 31) Vejdoský F. System und Morphologie der Oligochaeten (Prag, 1884).
- 32) Vignal W. Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés (Arch. de Zool. expér. et génér. Deuxième S. T. I. 1883).
- 33) Whitman C. O. The Metamerism of Clepsine. (Festschrift für Leuckart, Leipzig, 1895).

### Erklärung der Abbildungen (Tafel XXX).

Fig. 1. Schnitt durch die Ganglienzellengruppe bei *Hirudo*. Die linke und die rechte Zelle ist durch den Schnitt oberflächlich getroffen, die mittlere halbiert. Es sind Gliafasern auf den Ganglienzellfortsätzen und Gliaetze auf den Zelleibern zu sehen. Weigertsche Methode Leitz. Hom. Immers.  $\frac{1}{12}$ ; Ok. 2.

Fig. 2. Medianschnitt durch die Unterschlundganglienmasse bei *Hirudo*. Halbschematische Darstellung. In der Zentralfasermasse sind nur die Konturen der

medianen Gliazellen angegeben. Auf der linken Seite das nächste Konnektiv. Zeiss. A.; Komp. Ok. 6.

Fig. 3. Frontalschnitt durch die Oberschlundganglienmasse bei *Hirudo*. Am oberen Rande der Zentralfasermasse liegen zwei Gliazellen. Auftreten von zahlreichen Neurogliafasern in der Zentralsubstanz und Gliafaserkörbe um die Ganglienzellen. Carnoy's Gemisch, Eisenhämatoxylin. Zeiss. C.; Ok. 2.

Fig. 4. Frontalschnitt durch die Analganglienmasse; es ist nur die Zentralsubstanz wiedergegeben. *Piscicola*. Carnoy. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Ok. 2.; Apochrom 4/mm, Tubuslänge 160.

Fig. 5. *Piscicola*. Querschnitt durch ein Unterschlundganglion. Carnoy. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Apochrom. 4/mm; Ok. 2.

Fig. 6. *Clepsine*. Medianschnitt durch die Unterschlundganglienmasse. Es ist hier bloß die Zentralfasermasse wiedergegeben. Die hinteren (nach rechts liegenden) Ganglien sind größer mit besser entwickeltem Gliagerüst, als die vorderen (links). Das erste Ganglion ganz rudimentär. Carnoy. Eisenhämatoxylin. Leitz. Obj. 6; Ok. 2.

Fig. 7. Querschnitt durch die Oberschlundganglienmasse in der Region der Zellen cc' (siehe Fig. 1 im Text). *Hirudo*. Carnoy. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Obj. C; Kompens. Ok. 4.

Fig. 8. *Nephelis*. Analganglion transversal schräg getroffen. Unten in der Mittellinie sieht man eine Medianzelle. Oberhalb derselben zwei paramedian liegende, tangential angeschnittene Konnektivzellen. Von den Ganglienzellen sind nur einige wiedergegeben. Reichliche Verästelung der Gliafasern. Weigertsche Methode, Zeiss. Ok. 2; Obj. DD.

Fig. 9. Transversalschnitt durch die linke Hälfte der Oberschlundganglienmasse bei *Nephelis*. Die gestrichelte Linie MM bezeichnet wie in Fig. 3. die Medianlinie. Intrazelluläre Glianetze. Carnoy. Eisenhämatoxylin. Zeiss. Ok. 2; Obj. DD.

Alle obigen Zeichnungen sind mit dem Abbe'schen Zeichenapparat entworfen; sämtliche photographische Aufnahmen sind mittels eines mikroskopischen Reichertschen Photographieapparates angefertigt worden, und zwar unter gütiger Mitwirkung des Herrn Dr. J. Nowak, wofür ich Ihm an dieser Stelle meinen Dank ausspreche. Die Vergrößerungen sind nur annähernd angegeben.

Fig. 10. Paramedianer Schnitt durch die Unterschlundganglienmasse bei *Aulostomum*, zwei hintere Konnektivzellen darstellend. Diese Figur wie auch alle nachfolgenden sind nach den in Carnoy's Gemisch konservierten und mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten gezeichnet. 100fache Vergr.

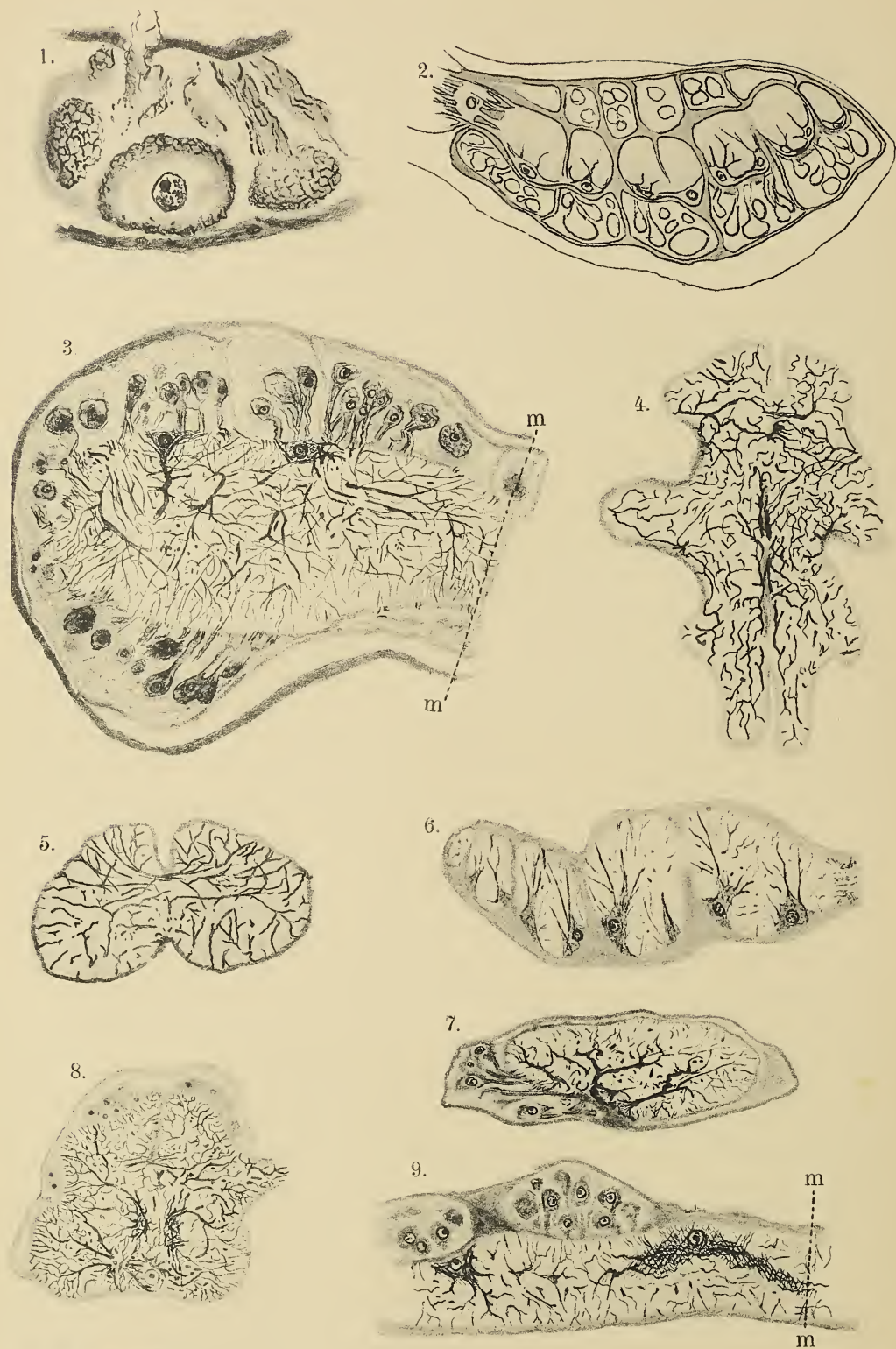
Fig. 11. *Pontobdella*. In der Mitte liegt die mediane Gliazelle, und seitlich dicht unter der Austrittsstelle der Seitennerven beide Konnektivzellen. Das Neurogliagerüst mit der peripheren Mantelschicht ist hier gut sichtbar. Transversalschnitt. 100fache Vergr.

Fig. 12. Linke Portion (nicht die Hälfte) des Nervenschlundringes mit zwei Seitennervenzurkeln. Über der Austrittsstelle des oberen Nerven liegen drei Gliazellen; zwei nebeneinander, die dritte weiter oben. Transversalschnitt. *Pontobdella* 100fache Vergr.

Fig. 13. Ein Unterschlundnerv mit der Leydig'schen Gliazelle schräg getroffen. Die Zelle ruht mit breiter Basis auf dem Nerven, wohin sie starke Glia-scheiden aussendet. *Pontobdella*. 110fache Vergr.

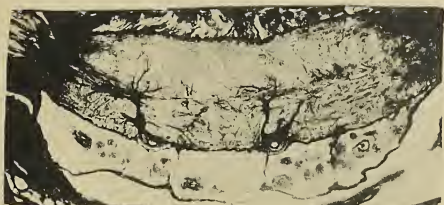




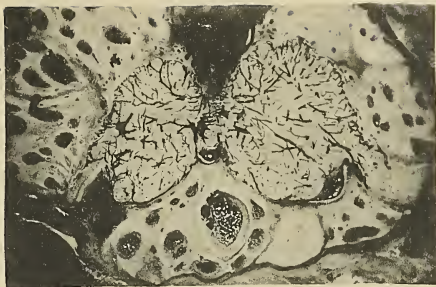




10.



11.



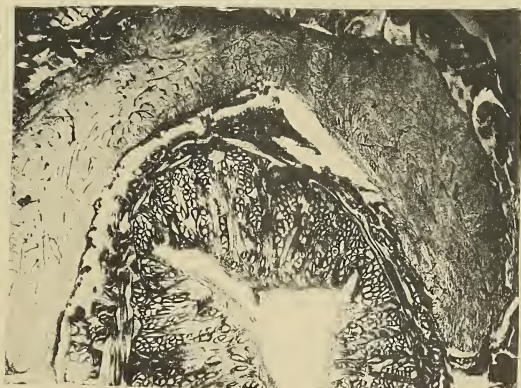
12.



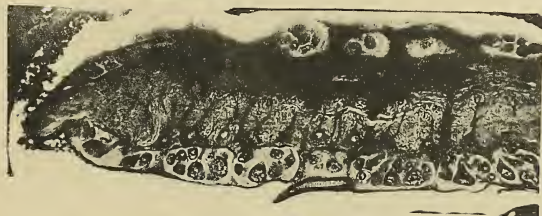
13.



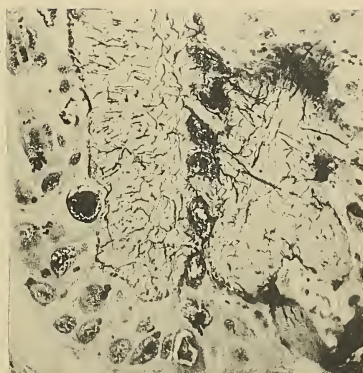
14.



15.



16.



17.



18.

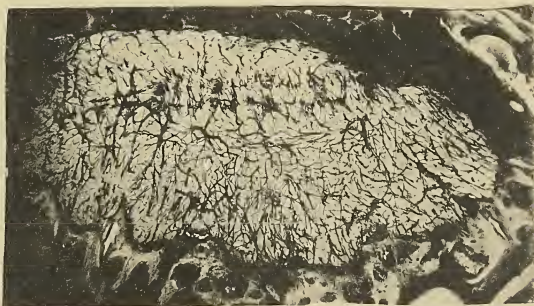






Fig. 14. *Aulostomum*. Gehirn transversal geschnitten, oben nahe der Medianlinie eine Gliazelle. Das Gliagerüst tritt nur schwach hervor. 90fache Vergr.

Fig. 15. *Nepheleis*. Analganglion median geschnitten. Man sieht 6 Ganglien, jedes mit 2 Medianzellen, nur im ersten und letzten ist bloß je eine Gliazelle getroffen. 165fache Vergr.

Fig. 16 und nachfolgende stellen das Gliagewebe bei *Pontobdella* dar. Fig. 16. Frontalschnitt durch 3 Analganglien auf der Höhe der Medianzellen geführt. Auf der linken Seite liegen in den Ganglienpacketen drei Packetzellen; die oberste von ihnen liegt knapp oben am Rande der Photographie und ist deshalb nur zur Hälfte sichtbar. 100fache Vergr.

Fig. 17. Querschnitt durch das erste Konnektiv. Man sieht zwei Konnektivstämme und oben zwischen ihnen den Faivre'schen Mediannerven. Im rechten Konnektivstamme, nahe seinem unteren Rande liegt exzentrisch die Gliazelle. Die Gliasepten verlaufen in diesem Stamme nicht so regulär wie in dem anderen. 175fache Vergr.

Fig. 18. Frontaler, schräg geführter Schnitt durch die Analganglienmasse; am unteren Rande der Zentralfasermasse liegen 4 Konnektivzellen in den Einkerbungen. 100fache Vergr.

66. *Badania doświadczalne nad rozwojem cech płciowych u motyli. (Doniesienie tymczasowe). — Experimentaluntersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtscharaktere bei Schmetterlingen. (Vorläufige Mitteilung). Mémoire de M. STEFAN KOPEĆ, présenté par M. K. Kostanecki m. t.*

Die tägliche Erfahrung der Züchter hat seit jeher die Tatsache festgestellt, daß die Entwicklung und überhaupt das Auftreten der sekundären Sexualcharaktere bei den Wirbeltieren, wie z. B. beim Huhn, Rind etc. von der Anwesenheit und dem physiologischen Entwicklungszustand der Geschlechtsdrüsen unmittelbar abhängt. Nun erhob sich für den Zoologen die wichtige Frage, ob der Sexualdimorphismus überall, also auch bei wirbellosen Tieren, insbesondere bei Insekten, wo er an Schmetterlingen, Käfern und dgl. in sehr auffallender Weise auftritt, ebenfalls lediglich durch die Fortpflanzungsdrüsen bedingt wird.

Trotz der großen theoretischen Wichtigkeit dieses Problems und des praktischen Interesses, welches dasselbe naturgemäß hervorrufen mußte, hat sich erst Oudemans<sup>1)</sup> vor einem Dezennium

<sup>1)</sup> I. Th. Oudemans. Falter aus kastrierten Raupen, wie sie aussehen und wie sie sich benehmen. Zool. Jahrb., Abteil. für Syst., Bd. XII. 1899. Erster

mit dieser Frage bei den Insekten befaßt. Er kam auf den ingenüsen Gedanken, die Falter schon als Raupen, vom Stadium nach der dritten Häutung angefangen, zu kastrieren, und zwar als die definitiven Gonaden der Schmetterlinge noch nicht vollkommen entwickelte, rundliche Gebilde darstellen, die sich infolgedessen leicht aus dem umgebenden Bindegewebe herauslösen lassen. Aus den von Oudemans an dem Spinner *Lymantria dispar* L. ausgeführten Versuchen hat sich ergeben, daß die Gestalt, die Größe und die Farbe der Flügel, welche für die beiden Geschlechter so auffallend verschiedene Sexualcharaktere bilden, sich nach der Kastration gar nicht verändern. Somit wurde hier ein ganz anderes Verhalten als bei den Säugetieren beobachtet. Da diese Tatsache recht befremdend wirken mußte, hat man gegen das Ergebnis Oudemans' den Einwand erhoben, seine Versuche seien an allzuspäten Raupenstadien ausgeführt worden, weshalb man auf Grund jener Experimente über das Fehlen eines Einflusses der Gonaden auf die dimorphischen Merkmale selbst für *Lymantria dispar* L. keinen bestimmten Schluß machen könne. Da Oudemans nur eine Spezies untersuchte, stellte er selbst die Frage, ob bei der von ihm erwählten Form die sekundären Sexualcharaktere phylogenetisch nicht etwa zu stark „fixiert“ seien, so daß er es für verfrüht hält, das Ergebnis seiner Experimente zu verallgemeinern.

Einige Jahre später befaßte sich mit obgenannter Frage der Amerikaner Kellogg<sup>1)</sup>. Zu seinen Experimenten wählte er die Raupen des Seidenspinners; wiewohl er die Versuche gleich nach der zweiten Häutung ausgeführt und sich auch einer anderen Methode als Oudemans bedient hatte, konnte er doch bei den Kastraten gar keine Abweichungen der dimorphischen Merkmale feststellen. Somit wurde für die Aufstellung Oudemans' eine erweiterte Basis gewonnen. Die Unabhängigkeit der sekundären Sexualcharaktere von den Geschlechtsdrüsen, die bei zwei verschiedenen Spinnerfamilien und unter Anwendung zweier verschiedener Methoden festgestellt wurde, dürfte ein allgemeines Verhalten darstellen.

holländischer Originalbericht in: „Handelingen van het Zesde Nederlandsch Natuur-en Geneeskundig Congres“, 23. en 24. April 1897.

<sup>1)</sup> V. L. Kellogg. Influence of the primary reproductive organs on the secondary sexual characters. Journal of Exper. Zoology, Vol. I. 1904.



Bald nachdem mir das Thema vorliegender Untersuchungen von Herrn Professor Tad. Garbowski zugeteilt wurde, erschien eine dritte Abhandlung von Meisenheimer<sup>1)</sup>, die denselben Gegenstand behandelt. Meisenheimer kastrierte die Raupen von *Lymantria dispar* L. bereits nach der zweiten Häutung; nichtsdestoweniger haben sich dieselben zu Schmetterlingen von vollständig normalen sekundären Sexualcharakteren entwickelt. Außerdem hat er versucht, Gonaden aus Raupen des einen Geschlechtes in die Jugendstadien des anderen zu transplantieren, und trotzdem sich die andersgeschlechtliche Gonade in dem neuen Organismus normal entwickelt hatte, verblieb sie dennoch ohne bemerkbaren Einfluß auf die äußere Gestalt der Imago. Somit wurde bei den Schmetterlingen eine Unabhängigkeit des Geschlechtsdimorphismus von den Geschlechtsdrüsen mit hinlänglicher Bestimmtheit festgestellt.

### Das Problem.

Hiermit taucht ein neues Problem auf. Es handelt sich nämlich um die experimentelle Eruierung der Ursachen, infolge deren bei wirbellosen Tieren, im Gegensatz zu den Vertebraten, kein Abhängigkeitsverhältnis zwischen den Gonaden und den sekundären Sexualcharakteren besteht, ferner um die Erklärung, warum die letzteren nach der Kastrierung der Schmetterlinge, ja sogar nach der Transplantation der Gonaden aus Raupen des einen Geschlechtes in kastrierte Raupen des anderen keine Veränderung erleiden.

Es lag die Vermutung nahe, ob diese dimorphischen Charaktere nicht vielleicht in augenfälliger Weise durch die physiochemische Stimmung des weiblichen und des männlichen Organismus bedingt werden. In Erwägung der Tatsache, daß das Blut bei den Arthropoden nicht in einem geschlossenen Gefäßsystem zirkuliert, sondern sich zwischen die Gewebe des Körpers frei ergießt und dabei auch mit den Gonaden in Berührung kommt, mußte die Frage aufgeworfen werden, ob dieses Blut, dessen Beschaffenheit bei beiden Geschlechtern eine verschiedenartige sein dürfte, nicht etwa den Gesamtorganismus der Schmetterlinge, namentlich aber die

<sup>1)</sup> J. Meisenheimer. Ergebnisse einiger Versuchsreihen über Exstirpation und Transplantation der Geschlechtsdrüsen bei Schmetterlingen. Zoologischer Anzeiger, Bd. XXXII. 1907.

Differenzierung des Integuments beeinflusse. Um hierüber Klarheit zu erlangen, war es vor allem nötig, Experimente mit der Transplantation des Blutes selbst vorzunehmen, um die Wirkung kennen zu lernen, die das infundierte Blutgewebe im Organismus des anderen Geschlechtes hervorruft.

Im engen Anschluß an diese Versuchsreihe standen Experimente über die morphologische und physiologische Wirkung jener Substanz, die am tierischen Geschlechte das wesentlichste ist, und zwar des Keimzellenplasmas selbst. Es mußte ein Versuch angestellt werden, die Gonadensubstanz des einen in ein möglichst frühes Stadium des anderen Geschlechtes einzuführen, so daß ein fremdes Keimplasma durch die Blutströmung in verschiedene Gegenden des Organismus gelangen und in innigsten Kontakt mit den Geweben des Körpers treten könnte. Etwaige gestaltende Einflüsse der Geschlechtszellen müßten sodann an Größe, Gestalt und Färbung des künftigen Falters, insbesondere an den Antennen, an den Flügeln u. s. w. zum Ausdruck kommen. Mit anderen Worten, würde sich daraus in ganz unmittelbarer Weise das Vermögen einer Selbstdifferenzierung, beziehungsweise der Umfang und Grad der im Organismus bestehenden Korrelation zwischen äußeren und inneren Geschlechtsmerkmalen ergeben.

Dabei könnte es sich herausstellen, daß eine fremde Gonade, in ein andersgeschlechtliches Exemplar eingebettet, im Laufe der Entwicklung ihre eigene Natur unter dem Einflusse fremdartiger Umgebung und Ernährung verändert. Es wäre alsdann nicht nur die Unabhängigkeit der äußeren dimorphischen Merkmale vom Keimplasma, sondern umgekehrt, die Beeinflußbarkeit der ersteren durch den Organismus nachgewiesen. Es ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer weiteren Gliederung der Transplantationsversuche mit unversehrten Anlagen der Gonaden, um einerseits das Bestehen der Autodifferentiation in der Metamorphose eingehend zu untersuchen, anderseits um durch das verschiedene Verhalten der unter verschiedenen Bedingungen implantierten Organe die vermutlich bestehenden korrelativen Zusammenhänge aufzudecken. Zu dem Behufe war es angezeigt, das Schicksal der Geschlechtsanlagen erstens in einer anderen Körpergegend, also in einem anderen Segment eines zweiten, womöglich andersgeschlechtlichen Exemplars verschiedenen Alters, zweitens in entsprechenden Entwicklungsstadien anderer Spezies genauer zu verfolgen. Es war somit nötig,

nicht nur Puppenstadien in den Kreis der Versuche einzubeziehen, sondern die Experimente auf mehrere, in denselben Formenkreis gehörende Arten zu erweitern. Erst auf diese Weise ließe sich eine genügende analytische Basis gewinnen, den im Verhalten kastrierter Insekten und Wirbeltiere so auffallenden Unterschied von allgemeinem Standpunkte aus zu beurteilen.

Es ist mir gelungen, die oben auseinandergesetzten experimentellen Postulate an mehreren Spinnerarten durchzuführen, die sämtlich in denselben Verwandtschaftskreis gehören. Und zwar experimentierte ich aus der Familie

der Lymantriiden mit *Lymantria dispar* L.,  
*Psilura monacha* L.,  
*Porthesia similis* Fuessl.,  
*Euproctis chrysorrhoea* L.,  
 von Lasiocampiden mit *Malacosoma neustria* L.,  
 von Saturniiden mit *Saturnia pavonia* L.

Die Hauptrolle spielte dabei, wie es nicht anders zu erwarten war, *Lymantria dispar* L. (Schwammspinner), sowohl wegen des leicht in großer Menge zu beschaffenden Zuchtmaterials, als wegen der hohen Widerstandsfähigkeit der Raupen und Puppen gegen operative Eingriffe. Eine siebente Art, um die ich mich vielfach bemüht habe und die sich gerade sehr gut zu Kreuzungsversuchen mit *dispar* in dem oben angedeuteten Sinne eignen würde, *Stilpnotia salicis* L. ging in meinen Kulturen leider an einer Ansteckung zugrunde.

Naturgemäß zerfallen meine Experimente in zwei Teile: Einerseits mußte ich die gewöhnliche Kastration an meinem Materiale wiederholen, anderseits Transplantationsversuche mit Blut, Gonadensubstanz, endlich mit unversehrten Geschlechtsdrüsen in oben dargelegter Weise variieren. Mehrere Hunderte von Raupen wurden operiert. Im folgenden möge der Verlauf meiner Experimente in Kürze geschildert werden.

#### Die Kastrationsversuche.

Die paarigen Geschlechtsanlagen liegen bei Raupen von *L. dispar*, wie dies bereits von Oudemans beschrieben wurde, im fünften Abdominalsegmente, unter zwei Rückenwarzen, paramedian, ober-



halb des Darmes, unterhalb des Pericardialseptums. Dies ist auch bei den meisten Schmetterlingsraupen der Fall. Es sind kleine rundliche Gebilde, die schon nach der zweiten Häutung der Raupe je nach dem Geschlechte zwei verschiedene charakteristische Gestalten aufweisen. Die Anlagen der Hoden (Fig. 1 a). sind mehr länglich und leicht mondförmig gebogen, die künftigen Ovarien (Fig. 1 b) mehr gerundet und kleiner. In beiderlei Gonaden lassen sich bereits bei Lupenvergrößerung vier bläschenartig angedeutete Teile unterscheiden. Hierbei habe ich zu bemerken, daß sowohl die Gestalt als die zuweilen als ein sexuelles Unterscheidungsmerkmal

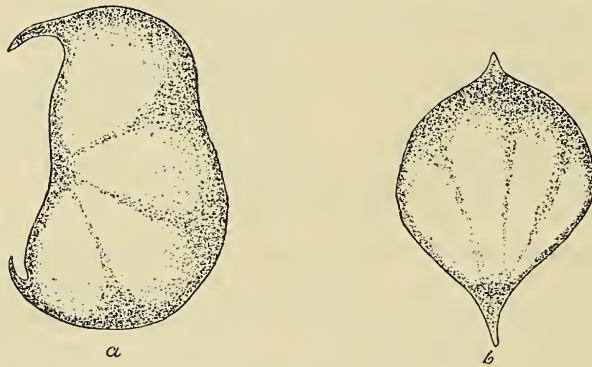


Fig. 1.

angegebene Färbung der jungen Drüsen ziemlich großen individuellen Schwankungen unterworfen ist, wobei allerdings die Gestalt weniger veränderlich erscheint als die erwähnte Vierteilung und die Farbe. Diese variiert von hellgelb bis dunkelorange, und zwar gilt das von beiden Geschlechtern. Was die weitere Entwicklung der Gonaden anbelangt, so vergrößern sich die Hoden allmählich, ohne ihre Gestalt zu verändern. Gegen das Ende des Raupenlebens verwachsen sie, wie seit Hering bekannt ist, miteinander zu einem unpaaren, kugelförmigen Organ. Allerdings habe ich einen Fall beobachtet, wo es selbst nach der Verpuppung zur Verschmelzung der paarigen Anlagen nicht gekommen ist. Die Eierstockanlagen verändern sich nach der fünften Häutung, ja manchmal schon vor derselben, in hervorragender Weise. Im Innern gewahrt man alsdann eng verschlungene Stränge, die sich rasch vergrößern, am Anfange des Puppenlebens aus der bindegewebigen Umhüllung heraustreten und beiderseits je vier

Eiröhrchen bilden. Die paarigen Samenleiter des Männchens entspringen an der Ventralseite der Hoden, um nach zahlreichen Umbiegungen in den gemeinsamen Ductus ejaculatorius einzumünden. Die Anhangsdrüsen sind nur in einem Paare vorhanden. Im Gegensatze zu den männlichen Ausführungswegen sind die paarigen Eileiter sehr kurz und vereinigen sich bald zu einem langen und breiten Eiergang.

Oudemans schnitt bei der Kastrierung der Raupen die Gonaden heraus, Kellogg dagegen entfernte sie durch Versengung mit einer glühenden, an der betreffenden Stelle des fünften Abdominalsegmentes eingeführten Nadel. Da aber die kleinen Geschlechtsdrüsen einer jungen Raupe mit der Nadel schwer auffindbar sind, gibt die Methode Kellogg's keine Gewähr dafür, ob die Kastration wirklich stattgefunden hat. Wie ich mich nämlich selbst überzeugen konnte, kommt es häufig vor, daß die Gonade von der eingeführten Nadel gar nicht getroffen wird. Bei der Anwendung seiner Operationsmethode hatte übrigens Kellogg selbst eine sehr starke Mortalität der Raupen zu verzeichnen, wofür er die häufig eintretende Verletzung der Herzhöhle verantwortlich macht. Die Richtigkeit dieser Vermutung war indessen schon deshalb anzuzweifeln, weil nach den allgemein bekannten Versuchen Crampton's<sup>1)</sup> selbst völlig zerschnittene Stücke von Schmetterlingspuppen die Operation überstehen und zusammenwachsen. Dabei möchte ich besonders hervorheben, daß das larvale Herz in der Puppe keiner Phagocytose unterworfen ist, sondern sich unmittelbar zum definitiven Herzen der Imago ausbildet. Die Behauptung also, die Verwundung dieses Organs in der Raupe müsse notwendigerweise ihren Tod herbeiführen, hielt ich von vornherein für unbegründet. Um den Sachverhalt auf experimentellem Wege festzustellen, wurde von mir folgender Versuch ausgeführt: Mit Hilfe einer scharfen Schere habe ich am Rücken der Raupe einen so tiefen Einschnitt gemacht, daß aus der weit klaffenden Wunde der Darm herausragte. Trotzdem aber in diesem Falle eine vollständige Durchschneidung des Herzens der Quere nach erfolgt sein mußte, lebten die Raupen bei entsprechender Pflege fort und verwandelten sich mit der Zeit in gesunde Falter.

<sup>1)</sup> H. E. Crampton. An experimental study upon Lepidoptera. Arch. für Entw. Mech., Bd. IX., 1899.

Meine Kastrierungsmethode beruhte auf mechanischer Entfernung der Gonaden, wich aber von der Methode Oudemans' wesentlich ab. Mit einer starken Stahlnadel durchstach ich die bereits im zarten Jugendstadium derbe und einen bedeutenden Widerstand entgegensetzende Raupenhaut am Rücken des fünften Abdominalsegmentes. In die auf solche Weise gebildete Öffnung führte ich ein sichelförmiges, aus einer Stahlnadel hergestelltes Häckchen ein. Für die ganz jungen Raupen wurden die Häckchen aus feinem Draht angefertigt. Bei kunstgerechter Einführung und Umwendung der Häckchen läßt sich die Gonade mit verhältnismäßiger Sicherheit aus dem Fett- und Bindegewebe mit dem Instrumente durch die Öffnung herausziehen, und zwar in völlig unversehrtem Zustand. Für jederseitige Anlage muß eine besondere Öffnung gemacht werden. Unter Anwendung dieser Methode konnte ich die Raupen unmittelbar nach überstandener zweiter Häutung, als die Länge der Tierchen ungefähr 7—8 mm beträgt, kastrieren. Selbstverständlich war dies eine schwierige Aufgabe. Die Wunde ist nämlich nach der Operation verhältnismäßig groß; wenn nun keine Betäubungsmittel wie Äther oder Chloroform angewendet werden, so kommt es häufig vor, daß die sich während der Operation stark bewegenden Raupen den Darm nach außen herausdrängen, was genügt, um den Tod der Tiere herbeizuführen. Andererseits geht ein großer Teil der narkotisierten Exemplare infolge der Ermattung zugrunde. Insbesondere gelten diese Schwierigkeiten für die Raupen des Ringelspinners; die durchsichtigen Gonaden derselben sind so zart, daß sie nur schwer aufzufinden sind und sich mit dem Häckchen kaum in unverletztem Zustande vollständig herausheben lassen; außerdem krümmen sich eben die *Neustria*-Raupen während der Operation in so heftigen Windungen, daß der Darm sich in den meisten Fällen durch die Wunde nach außen hervorstülpt, wodurch jegliches Resultat vereitelt wird; unter der Narkose dagegen geht diese Spezies bald zugrunde. Nach der Operation pflegte ich, namentlich bei den ersten Versuchen, die Wunde mit einer sehr stark mit Äther verdünnten Kollodiumlösung zu verschließen. Dieses Vorkehrungsmittel hatte aber häufig eine Schimmelbildung an der Oberfläche des Kollodiumhäutchens zur Folge, wodurch die Tiere bald getötet wurden. Indessen habe ich mich überzeugt, daß bei der Operation älterer Raupen die Schließung der Wunde durch das Kollodium überflüssig wird, weil das



aus der Wunde heraussickernde Blut bereits nach Verlauf von einer halben Stunde, manchmal noch früher gerinnt und die Haut gegen verderbliche äußere Einflüsse abschließt. Das Prozentverhältnis der zugrunde gehenden Raupen ist naturgemäß unter den nach der zweiten Häutung operierten Stücken am beträchtlichsten und vermindert sich mit der zunehmenden Größe der Tiere. Eine große Sterblichkeit, nicht bloß unter den operierten, sondern überhaupt unter allen gepflegten Raupen, wurde durch die gerade heuer zu jener Zeit ausgebrochene und etwa zehn Tage dauernde pebrinartige Krankheit hervorgerufen. Die Raupen erhoben den hinteren Teil des Körpers regungslos in die Höhe oder ließen den Vorderteil schlaff herabhängen; dabei wurde die kranke Körperhälfte mit einer sich aus dem After absondernden Flüssigkeit klebrig überzogen. Nach einigen Tagen wurden die kranken Tiere schwarz, schrumpften zusammen und gingen schließlich ein. Sonst kann man ein günstiges Resultat erzielen, selbst wenn die Kastration hart vor einer neuen Häutung vorgenommen wird. Es kam sogar vor, daß eine Raupe zwei Stunden nach der Operation die Häutung anstandslos überstand. Ziemlich häufig wird aber die Raupe, zumal in älteren Stadien, durch das zur Schließung der Wunde verwendete Kollodium oder selbst durch das geronnene Blut an der operierten Stelle so stark beengt, daß es zu einer tiefen Einschnürung kommt, die das Herauskriechen der Raupe aus der alten Haut mechanisch unmöglich macht. Die Spuren der Operation sind meistens an der neuen Haut sichtbar und bleiben, wie ich es häufig beobachtet habe, selbst nach zweitnächster Häutung bestehen. Die Haut erscheint an der gewöhnlich stark eingesenkten Stelle zeichnungslos, unbehaart und sticht besonders durch ihre hellere Färbung von dem normalen Integumente ab. Werden die Raupen erst nach der fünften Häutung kastriert, so lassen sich Spuren der Operation oft sogar an der Puppe beobachten. Das fünfte Abdominalsegment ist alsdann sattelförmig eingesenkt; war die infolge der Operation entstandene Wunde sehr groß, dann geschah es häufig, daß auch das korrespondierende Stigma des fünften Abdominalringes obliterierte (Fig. 2). Auf das reichhaltige mir zu Gebote stehende Beobachtungsmaterial gestützt, kann ich die interessante, in den meisten Fällen zutreffende Behauptung aufstellen, daß durch die Operation die Häutung beschleunigt und auch die Dauer des Puppenstadiums verkürzt wird. Die normalen Männchen leben nämlich als Puppen

ungefähr 18 Tage und die Weibchen noch länger, während die kurz vor der Verpuppung operierten Weibchen nur 13–14 Tage zur Verwandlung brauchen.

Die Kastration wurde an einer oder an beiden Seiten vorgenommen. Bei total kastrierten Weibchen habe ich bemerkt,



Fig. 2.

daß der Eiergang sich verschiedenartig entwickelt. In einigen Fällen bleibt er so lang wie bei normalen Exemplaren (Fig. 3 a), in anderen dagegen wird er bedeutend länger, gleichmäßig breit oder am Ende keulenförmig aufgetrieben, manchmal seitwärts gebogen

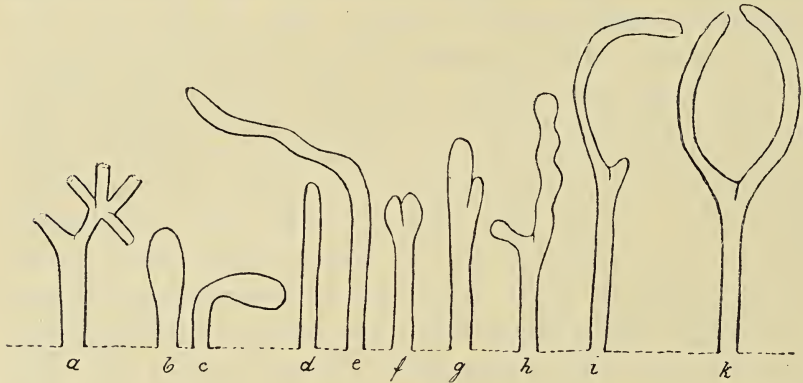


Fig. 3.

(b–e) und hat überhaupt einen sehr verschiedenen Durchmesser. Neben dem Eiergang entwickeln sich oft auch, stärker oder schwächer, die Eileiter, zu beiden Seiten gleichmäßig oder in verschiedenem Grade, wobei der eine von ihnen mitunter unverhältnismäßig lang werden kann (f–k). Die Ausführungsgänge liefen stets blind aus. Diese Mannigfaltigkeit wird durch die Operationsmethode bedingt. Das in das Innere des Körpers eingeführte Häkchen verursacht in den Geweben der Tiere, namentlich bei sehr beweglichen Exemplaren zweifelsohne erhebliche Störungen. Es kommt in weiterer Folge zu sehr bedeutenden Veränderungen im korrelativen Gleichgewicht der Gewebe, so daß einzelne Teile einerseits

durch verlagerte Gewebsmassen in ihrer Entwicklung Hemmungen erleiden und verkümmern oder in ihrer Anlage selbst verletzt werden, anderseits aber hypertrophisch auswachsen können.

Als ich die weiblichen Raupen der *L. dispar* nach der dritten Häutung einseitig kastrierte, fand ich, daß bei den fertigen Faltern der entsprechende Eileiter bald fehlte, bald ebenfalls hypertrophisch entwickelt war. Das interessanteste dabei war, daß er stets einige Eier enthielt, die in sein Lumen aus dem übriggelassenen Eierstock gelangten. Außerdem wiesen die Schmetterlinge eine hervorragende Hypertrophie der zurückgebliebenen Gonade auf. Ich habe die Beobachtung gemacht, daß die Zahl der von den normalen Weibchen gelegten Eier wesentlichen Schwankungen unterworfen ist und von der Größe des betreffenden Exemplars abhängt. In einigen Fällen konnte ich 300—400, in anderen mehr, in einem Falle sogar 817 von einem einzigen Weibchen abgelegte Eier zählen. Das zurückgebliebene Ovarium der oberwähnten, ziemlich kleinen, einseitig kastrierten Exemplare enthielt in einem Falle 397, in einem anderen sogar 419 Eier, insofern ich dieselben auch an den Enden der Ovarialröhrchen bei Lupenvergrößerung mit dem Auge erreichen konnte. Die Länge der einzelnen Zweige dieser Eierstöcke betrug über 8 cm, während die Eierstockröhrchen normaler Weibchen von genau derselben Größe und derselben Zucht kaum 5.5 cm messen und die Zahl sämtlicher in den beiden Ovarien enthaltenen Eier sich auf bloß etwa 400 beläuft. Diese hypertrophisch ausgewachsenen und von den normalen beinahe um 3 cm längeren Eiröhrchen der einseitig kastrierten Weibchen füllten das Abdomen vollständig aus, so daß es sich infolgedessen trotz der Kastration äußerlich von einem normalen weiblichen Hinterleib gar nicht unterschied. Auch diese Tatsachen liefern uns einen klaren Beweis der im Organismus bestehenden Korrelation in der Größe verschiedener Organe. In dieser Beziehung verhalten sich die Schmetterlinge genau wie die Wirbeltiere, bei denen bekanntlich die Entfernung z. B. der einen Niere eine stärkere Entwicklung der zurückgebliebenen veranlaßt.

Was die dimorphischen Merkmale anbelangt, so habe ich gleich meinen Vorgängern, namentlich Oudemans und Kellogg, bei den Kastraten beiderlei Geschlechtes durchwegs keine Veränderungen vorgefunden. Meisenheimer glaubte allerdings feststellen zu können, daß sich bei einem allgemeinen Überblick der aus nor-



malen und kastrierten Raupen erhaltenen Falter ein gewisser Unterschied wahrnehmen läßt. Erstens hält er die Kastrate für noch variabler als normale *Dispar*-Falter, namentlich die Weibchen; zweitens ist ihm an kastrierten Weibchen ein gelblichbräunlicher Anflug auf der Oberseite beider Flügelpaare aufgefallen, was nach ihm möglicherweise als ein Hinneigen zu den Eigenschaften des entgegengesetzten Geschlechtes gedeutet werden könnte. Nun könnte ich nach genauer Durchsicht meines Materials die erwähnten Unterschiede kaum als vorherrschende Regel ansehen. Die Variabilität ist in beiden Falterreihen in demselben Grade vorhanden, namentlich beim Männchen. Höchstens hätte ich zu bemerken, daß der Prozentsatz sehr dunkler, besonders stark und schön gezeichneter Männchen unter den Kastraten größer ist, obwohl stark melanotische Stücke auch unter normalen keineswegs fehlen. Die Weibchen zeigen auch bei Normalfaltern überaus häufig einen gelblichen Anflug, zumal an der Basalhälfte der Flügel. Dies scheint eher mit Lokalrassen zusammenzuhängen. Mein Zuchtmaterial stammte zum Teil aus der Umgebung von Krakau, zum Teil aus Warschau, zum Teil aus Hessen (Maingegend). Fast alle Falter meiner Zucht sind ziemlich klein, was auf die ungünstige Beengung der Raupen in den Zuchtbehältern zurückzuführen wäre. Die von Prof. Garbowski im Hochsommer 1908 in Warschauer Gouvernement beobachteten Freilandsweibchen waren unvergleichlich größer und fielen durchgehend durch eine fast rein weiße Grundfarbe auf. Bei meinen Untersuchungen konnte nun das Zuchtmaterial nach seiner Provenienz leider nicht gesondert bleiben. In betreff der Weibchen kann ich also nur die ganz allgemeine Beobachtung vermerken, daß der zackige Mittelstreif, der bei dem mondförmigen Fleck die Vorderflügel durchquert, bei den Kastraten außerordentlich viel häufiger als bei Normalfaltern sich zu einem bis 3 mm breiten, schwärzlichbraunen Bande erweitert, eine Erscheinung, die eher als Folge sonstiger Nebeneinflüsse, denn als Wirkung der Kastration zu betrachten ist. Im großen und ganzen wurde also die Unabhängigkeit dieser Merkmale von den Gonaden nochmals festgestellt. Der einst gegen Oudemans erhobene Einwand, die erst nach der dritten Häutung vorgenommene Kastration sei zu spät erfolgt, als daß seine Resultate für maßgebend gehalten werden könnten, ist nicht begründet. Ich mache nämlich darauf aufmerksam, daß die Geschlechtsdrüsen der Raupen von *L. dispar* nach der zweiten Häutung noch

ganz kleine, unentwickelte Körperchen sind, deren Länge in diesem Stadium bei den Männchen  $\frac{3}{4}$ , bei den Weibchen dagegen kaum  $\frac{1}{2}$  mm beträgt. Nach der dritten Häutung sind sie nur unerheblich größer, es ist aber angesichts der sonst konstatierten Unabhängigkeit kaum anzunehmen, daß sie selbst in diesem fortgeschritteneren Stadium die übrigen Gewebe des Körpers beeinflussen könnten.

### Transplantationsversuche.

a) Experimente mit Bluttransfusion. Wie aus dem oben entworfenen Arbeitsplane hervorgeht, mußten in der zweiten Versuchsreihe vor allem die für das ganze Problem entscheidenden Wirkungen von Bluttransfusion untersucht werden.

Die Transfusion wurde sowohl an Raupen derselben Form als auch unter Repräsentanten verschiedener Familien vorgenommen. Es wurden dazu nur kastrierte Raupen verwendet. Durch einen dorsalen Nadelstich — wobei der Darm auf keinen Fall verletzt werden darf — entfernte ich eine möglichst große Menge des grünen Blutes, welches zuerst von selbst ziemlich reichlich herausfließt, nachher aber unter Ausübung eines vorsichtig gesteigerten Drucks aus der Raupe herausgepreßt werden muß, bis der Körper ganz schlaff wird. Das Blut wurde unter Anwendung sterilisierter Instrumente in kleine Uhrgläserchen gesammelt. In die solcherart behandelten Raupen, deren Geschlecht selbstverständlich vorher genau bestimmt werden muß, wurde nunmehr das ebenso gewonnene Blut eines normalen, andersgeschlechtlichen Exemplares mittels einer Pravatz'schen Spritze injiziert. Je nach der Größe der Tiere konnte auf diese Weise  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  ccm fremden Blutes eingeführt werden, also verhältnismäßig riesige Mengen, was besonders beachtet werden möge. Damit die den Körper auf's neue straff füllende Blutflüssigkeit bei den energischen Bewegungen der Raupe durch die Wunde nicht herausfließe, pflegte ich auch hier die Einstichöffnung mit einer feinen Kollodiumschichte zu verschließen. Alle Exemplare, denen man das Blut von Raupen ungefähr desselben Alters, aber verschiedenen Geschlechtes und verschiedener Spezies infundiert hat, hören bald darauf auf sich zu bewegen, werden starr und fallen endlich kraftlos zu Boden unter bogenförmigen Krümmungen des ganzen Körpers. In diesem Zustande verbleiben sie

manchmal zwei Stunden, worauf die Elastizität des Körpers und das Bewegungsvermögen wiederkehrt. Eine ähnliche Erscheinung wurde neulich von Metalnikoff<sup>1)</sup> beobachtet. Indem er sich nämlich auf experimentellem Wege überzeugen wollte, einerseits ob das Raupenblut während der histolytischen Vorgänge bei der Verpuppung gewisse, die Vernichtung verschiedener Larvalorgane während der Phagocytose bewirkende Toxine ausscheidet, andererseits indem er ermitteln wollte, wann diese Toxine im Blute der Raupe entstehen, hat er das Blut aus den betreffenden Stadien ganz jungen Exemplaren injiziert, um auch in diesen die eventuelle Wirkung der vermuteten Toxine hervorzurufen, wobei er die Beobachtung gemacht hat, daß jedes Tier nach der Operation starr wird und umfällt, so oft man das implantierte Blut von Exemplaren, die sich schon nach 2—3 Tagen in Puppen verwandeln sollten, oder von ganz jungen, höchstens 3 Tage alten Puppen, herrührte. Da ich nun bei meinen Versuchen an allen Tieren nach der Bluttransfusion (selbst aus gleichartigen und ganz jungen Raupen) solche Lähmungserscheinungen vorübergehend auftreten sah, so ergibt sich daraus, daß diese Erscheinungen gar nicht durch die Anwesenheit histolytischer Toxine hervorgerufen werden können, sondern einfach als eine Folge des fremden Blutgewebes aufzufassen sind. Ich machte ferner die Beobachtung, daß einige der operierten Exemplare eine Zeit lang außerstande sind, die Kotballen nach außen vollständig herauszustößen, wenngleich der Kot nach der Operation, wahrscheinlich infolge des durch das infundierte Blut bewirkten größeren Druckes reichlicher und weicher wird. Die aus dem After herausragenden Kotballen mußte ich manchmal noch am nächsten Tage mit Hilfe einer Pinzette entfernen. Bald nach stattgefundener Transfusion trat bei zahlreichen Individuen ein starker Vorfall des Mastdarmes ein; ein großer Teil der Raupen ging dabei zugrunde. Bei vielen stülpte sich jedoch der Darm wieder ein, zuweilen erst nach mehreren Stunden, so daß er bereits am nächsten Tage regelmäßig funktionieren konnte.

Um die für unser Problem ausschlaggebende Wirkung der Transfusion möglichst allseitig kennen zu lernen, habe ich sie bald innerhalb einer und derselben Spezies, bald zwischen Individuen,

<sup>1)</sup> S. Metalnikoff. Zur Verwandlung der Insekten. Biol. Centralblatt, Bd. 27. 1907.



welche zwei verschiedenen Arten, ja sogar zwei verschiedenen Familien angehörten, vorgenommen. Im ersten Fall habe ich das Blut normaler *Dispar*-Raupen nach der dritten Häutung den kastrierten andersgeschlechtlichen Exemplaren ebendesselben Alters infundiert. Leider ist es mir teils infolge der Operation selbst, welche von jungen Exemplaren nur schwer überstanden wird, teils infolge der Ansteckung, die, wie erwähnt, unter meinem Zucht- und Versuchsmateriale großen Schaden angerichtet hat, nicht gelungen, von den operierten Exemplaren auch nur ein einziges dauernd am Leben zu erhalten. Ich sah mich genötigt, identische Operationen an älterem, ganz gesundem Freilandsmaterial zu wiederholen. Diese kräftigen Raupen ertrugen denn auch die Operation außerordentlich gut. Zur Illustration möge die Angabe genügen, daß von 16 *Dispar*-Raupen, die nach der fünften Häutung operiert wurden, kaum eine einzige zugrunde ging, während alle zurückgebliebenen sich in Puppen verwandelten und später ganz tadellose Schmetterlinge lieferten. Es hat sich dabei herausgestellt, daß diese Falter weder an Färbung, noch an Gestalt und an Größe der Flügel, noch an anderen sekundären Sexualcharakteren, abgesehen von der üblichen individuellen Variabilität, irgendwelche Veränderungen erlitten haben, trotzdem die Menge des infundierten Blutes verhältnismäßig bedeutend war. Im zweiten Falle habe ich den *Dispar*-Raupen das Blut von anderen Formen, und zwar von *Psil. monacha*, *Sat. pavonia*, und *Mal. neustria* injiziert. Bei der letzteren habe ich die Operation an jungem Materiale ausgeführt, wo die *Dispar*- und *Neustria*-Raupen die dritte Häutung eben überstanden hatten. Bei der Bluttransfusion aus *Sat. pavonia* und *Psil. monacha* in *Lymantria*-Raupen konnte ich mich dagegen nur eines älteren Materials bedienen. Alle Raupen, die mir zu Gebote standen, hatten nämlich die letzte Häutung durchgemacht. Bei allen diesen Experimenten war die Mortalität unter den operierten Raupen beträchtlich, ein Teil der Tiere aber blieb am Leben. Die aus den überlebenden Raupen entwickelten Falter unterschieden sich wieder nicht im geringsten von normalen Stücken. Das in eine andere Spezies infundierte Raupenblut übt also keine gestaltende oder tinktorische Wirkung aus.

b) Keimplasmatransplantation. Auch die Transplantation des Keimplasmas nahm ich nicht bloß an Raupen einer Spezies, sondern auch innerhalb zwei verschiedener Formen vor. In beiden

diesen Versuchsgruppen exstirpierte ich aus lebenskräftigen Raupen nach der bereits geschilderten Methode die Geschlechtsanlagen und zerrieb sie möglichst fein mittels eines flachen sterilisierten Stahl-instrumentes auf einem hohlgeschliffenen Objektträger mit einer kleinen Menge des Blutes desselben Tieres. Wenn man die auf solche Weise gewonnene breiartige Flüssigkeit mikroskopisch untersuchte, sah man verschieden große Zellkomplexe, einzelne Zellen, sowie eine Menge sehr kleiner, von zerrissenen Zellen stammender Plasmaklumpchen in der Lymphe flottieren. Das Ganze wurde mit Hilfe einer Pravatz'schen Spritze kastrierten Raupen des anderen Geschlechtes injiziert, wobei die Spritzenkanüle in das erste Abdominalsegment, also gerade in jener Körpergegend eingestochen wurde, wo sich die Imaginalscheiben der Schmetterlingsflügel befinden. Das Verhalten der Tiere nach der Operation war im allgemeinen dasselbe wie nach der Infusion des Blutes. Leider standen mir für die beiden Versuchsreihen nur Raupen zur Verfügung, die bereits die letzte Häutung überstanden hatten. Selbstverständlich trachtete ich in jedem einzelnen Falle eine möglichst große Menge der Gonadensubstanz einzuführen. Zu diesem Behufe transplantierte ich in die weiblichen *Dispar*-Raupen das Keimplasma von nicht weniger als sechs larvalen Hoden, in die männlichen dagegen -- von vier Ovarien. Dabei ging mir kein einziges operiertes Exemplar zugrunde.

Bei den Experimenten mit der kreuzweisen Transplantation, implantierte ich den Schwammspinnerrauen das Keimplasma von vier Geschlechtsdrüsen der *Neustria*- oder *Monacha*-Raupen, oder umgekehrt, führte ich in die jungen Raupen der Nonne das Keimplasma aus je vier *Dispar*-Raupen. Hier war die Sterblichkeit der operierten Tierchen groß. Nichtsdestoweniger haben sich die am Leben gebliebenen Raupen anstandslos verpuppt, und die auschlüpfenden Falter wiesen in bezug auf die sexuellen und spezifischen Merkmale wieder keine Veränderungen auf.

e) Transplantation ganzer Gonaden. Nachdem solchermaßen die Selbstdifferenzierung der äußeren Sexualcharaktere, unabhängig von der Anwesenheit der Geschlechtsdrüsen, bzw. einer fremden Blutflüssigkeit und fremder Keimsubstanz nachgewiesen wurde, hieß es nunmehr, in umgekehrter Richtung das Schicksal und die eventuelle Beeinflussbarkeit der Keimdrüsen unter verschiedenen variierten Entwicklungsbedingungen zu verfolgen. Wie ich bereits erwähnt



habe, wurden Transplantationen unversehrter Gonaden einerseits aus Raupen in gleichgeschlechtliche oder andersgeschlechtliche Exemplare derselben Art und desselben oder verschiedenen Alters, anderseits zwischen Repräsentanten zweier verschiedenen Arten, Gattungen oder gar Familien vorgenommen.

Bei diesen Experimenten bediente ich mich einer Methode, welche von der Methode Meisenheimer's verschieden war. Ich schnitt die Haut der Raupe, der ich eine fremde Geschlechtsdrüse implantieren wollte, an der erwählten Stelle auf, worauf ich die in einem Blutstropfen aufbewahrte Gonade von dem betreffenden Hohlglase samt der Lymphe in eine reine und entsprechend dünne Glaspipette zu heben pflegte, die letztere 1—2 mm tief in die vorbereitete Wunde des operierten Tieres einführte und durch einen vorsichtigen Druck auf die Gummikappe die in der Pipette befindliche Gonade in das Innere der Raupe hineingleiten ließ. Wie bei allen anderen Versuchen muß auch speziell hier darauf geachtet werden, daß in die Raupe mit der Gonade keine Luftbläschen gelangen, da dies unfehlbar den Tod des Tieres herbeiführt. Nach der Injektion wurde die Wunde in der üblichen Weise mit einem Kollodiumhäutchen verschlossen, die Pipette dagegen vor weiteren Versuchen auf das sorgfältigste sterilisiert. Bei dieser Methode ist die Gewißheit, die Gonaden in wirklich unversehrtem Zustande zu transplantieren, bedeutend größer, als bei der Methode Meisenheimer's, der sie mittels eines Hohlmeißels einführte. Bei Anwendung dieses Instrumentes hatte ich übrigens oft mit der Schwierigkeit zu kämpfen, das fest anhaftende Keimorgan von dem Metalllöffelchen abzustreifen. Mit der Pipette arbeitete ich auch bei der Implantation der Gonaden in die Puppen; diesen wurde das harte Integument mit einem scharfen Skalpell geöffnet; beim Einführen der Pipette wurde das spröde Chitin oft eingedrückt oder es bekam größere Risse. Die während der Operation sich heftig windenden, starken weiblichen Puppen stießen mitunter durch die Wunde sogar Teile von Ovarialröhren hervor. In solchen Fällen schnitt ich die hervorquellenden Teile der Geschlechtsorgane einfach ab und bestrich die Wunde so rasch wie möglich mit geschmolzenem Paraffin.

Bei Transplantationsversuchen von unversehrten Gonaden innerhalb derselben Art waren naturgemäß wieder zwei Fälle möglich: entweder wurde die Raupengonade in ein Exemplar des-



selben oder des anderen Geschlechtes implantiert. Es sei hier von vornherein mit Nachdruck bemerkt, daß ich diese Versuche ausschließlich an *Dispar*-Raupen ausführte.

Galt es, Gonaden innerhalb des gleichen Geschlechtes zu transplantieren, so erschien es mir angezeigt, Weibchen den Männchen vorzuziehen, und zwar deswegen, weil es bei den ersteren leichter ist festzustellen, ob sich die implantierten Geschlechtsdrüsen in der neuen Umgebung zu einem normalen Eierstock entwickelt haben, als bei den Hoden. Das entwickelte Ovarium mit frei ausgezogenen Eiröhren besitzt nämlich eine weit mehr charakteristische Gestalt, als die männliche Gonade, die einen verhältnismäßig kleinen, kugelförmigen Körper von ziemlich wechselnder Färbung bildet und besonders bei etwa einsetzenden Degenerationsprozessen in den reichlichen Fettmassen schwer auffindbar ist. Nicht kastrierten weiblichen Raupen implantierte ich unmittelbar nach der fünften Häutung je ein von einem Exemplare desselben Alters herrührendes Ovarium. In den meisten Fällen fand ich die implantierten Gonaden im Vorderteile des Abdomens, etwa im zweiten Segmente in typisch entwickelter Gestalt, mit je vier Eiröhren. Eine jede von diesen Gonaden war reichlich mit Tracheen und Fett umwachsen, und besaß kaum 15–20 mm lange, manchmal noch kürzere Eiröhren, die nur 3–6 entwickelte und etliche helle, noch unreife Eier enthielten. Alle vier Ovarialröhren vereinigten sich in typischer Weise zu einem Eierkelch, der aber blind auslief.

Eine sehr interessante Erscheinung habe ich an einem nach der Injektion entwickelten Ovarium beobachtet. Seine Eiröhren waren länger als bei den oben beschriebenen Gonaden, und der gemeinschaftliche Eierkelch lief in einen bogenförmigen, über 6 mm langen, am Ende in drei Arme sich verästelnden Eileiter aus (Fig. 4); der eine von den Endfortsätzen war über 2 mm lang. Es leuchtet ein, daß man hier mit einer regenerativen Bildung zu tun hat. Wie dies nämlich aus der Entwicklungsgeschichte der Insekten, insbesondere seit den Untersuchungen von Heymons bekannt ist, bildet bei den Weibchen der vordere Teil der Geschlechtsanlagen oder der sogenannten Genitalstränge an der Ventralseite die proximalen Teile der Ausführungsgänge, die Eierkelehe; in unmittelbarem Zusammenhang mit diesen Eierkelchanlagen stehen die Endteile der Genitalstränge; diese Endteile liefern nach dem Schwunde der Keimzellen die rein epithelialen Eileiter. In dem

oberwähnten Falle ist nun höchstwahrscheinlich zusammen mit der Gonade und der Eierkelchanlage auch ein weiterer Teil von jenem Genitalstrange implantiert worden; dieser Teil hat, indem er sich zu dem definitiven Eileiter entwickelte, nicht nur den ganzen Ausführungsgang der betreffenden Seite, sondern auch, was besonders interessant ist, den Eileiter der anderen Seite samt dem Eierkelch regeneriert, welcher noch drei kurze Ovarialansätze aufweist, wie das aus der Fig. 4 klar zu entnehmen ist. Die Möglichkeit



Fig. 4.

hingegen, daß beim Herausnehmen der Gonade aus der Raupe zusammen mit dieser Gonade und der Anlage ihres Eileiters auch die Eileiteranlage der anderen Körperhälfte herausgenommen und dem operierten Tiere implantiert worden wäre, ist ausgeschlossen.

Die äußeren Geschlechtscharaktere sämtlicher Weibchen erlitten trotz der Anwesenheit des in ihrem Innern entwickelten dritten Eierstockes nicht die geringste Veränderung.

Außerdem injizierte ich die weiblichen Gonaden aus Exemplaren nach der fünften Häutung nichtkastrierten weiblichen Puppen, und zwar sehr jungen, 1—2 Tage alten, somit im Stadium der Phagocytose befindlichen, wie auch beinahe völlig entwickelten Puppen gleichfalls weiblichen Geschlechtes. Ein in frühem Puppenalter operiertes *Dispar*-Weibchen zeigte nach dem Ausschlüpfen ein winziges, unter den normalen Eierstöcken seitlich zwischen dem Darm und der Körperwand verborgenes, sonst ganz normal gebautes Ovarium, dessen jedes Eiröhrchen 3—5 mm lang war und 4—6 noch unvollkommen ausgebildete Eier enthielt. Es tritt hier also der interessante Sachverhalt zutage, daß eine Raupengo-

nade, welche in unversehrtem Zustande in eine ganz junge Puppe eingeführt wurde, in jenem Stadium, wo eine ganze Reihe der Organe der Phagocytose unterworfen und aufgelöst wird, der Vernichtung ebensowenig unterliegt, wie die normalen Geschlechtsdrüsen der diesbezüglichen Raupen. Als ich fortgeschritteneren, ungefähr 2 Wochen alten Puppen je ein Ovarium aus einer Raupe unmittelbar nach der fünften Häutung implantierte, entwickelten sich daraus die Falter bereits nach 4 bis 7 Tagen. Manchmal machte die der Puppe beigebrachte Wunde dem Falter ein selbständiges Ausschlüpfen unmöglich; alsdann mußte dem Tiere durch allmähliche



Fig. 5.

Entfernung der Abdominalhülle geholfen werden. In sämtlichen Exemplaren befanden sich die implantierten Gonaden im Bläschenstadium mit noch im Innern enthaltenen Eiröhrchen. Diese Geschlechtsdrüsen standen in demselben Entwicklungsstadium, in welchem sich zu gleicher Zeit die korrespondierenden Gonaden der anderen Seite befanden, die in den operierten, normal heranwachsenden Raupen zurückgelassen wurden. Nach mißglückter Operation ändert die implantierte Gonade im neuen Organismus schon nach 2—3 Tagen in auffälliger Weise ihre Färbung, Größe und Gestalt und degeneriert zu einem harten, kleinen, dunklen Gebilde. Die Transplantation an und für sich übt also, sofern sie gelungen ist, nicht nur keinen Einfluß auf die Entwicklungsfähigkeit der Geschlechtsdrüsen aus, sondern alteriert sogar das Tempo ihrer Entwicklung nicht im mindesten.

Bei Gonadentransplantation unter zwei verschiedenen Geschlechtern implantierte ich die Geschlechtsdrüsen sowohl kastrierten, als



auch normalen Individuen. Die meisten von den operierten Faltern, deren zum Teil kastrierten Raupen nach der fünften Häutung je eine Hode aus gleichaltrigen Raupen implantiert wurde, besaßen eine männliche gut entwickelte Gonade. Diese war in Fettmassen und Tracheen eingebettet und besaß dieselbe Färbung wie die normale Hode des Falters. Im nämlichen Alter operierte Männchen enthielten typisch entwickelte Ovarien, deren Eiröhren bald kaum 3—5 mm (Fig. 5), bald gegen 20 mm lang waren. Die Eierkelche

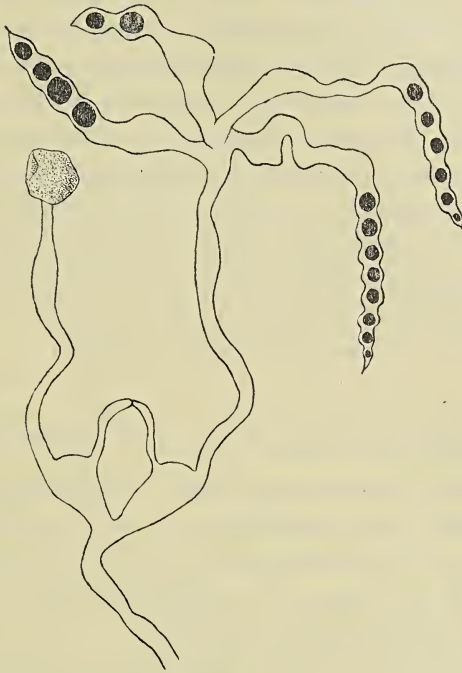


Fig. 6.

dieser Ovarien waren in der Regel gegen die Leibeshöhle blind abgeschlossen, ohne mit dem Vas deferens des Männchens in Verbindung zu treten. Meisenheimer beschrieb einen Fall, wo ein in ein einseitig kastriertes Männchen implantiertes Ovarium zusammen mit der übriggebliebenen Hode in einen Samenleiter einmündete; das Vas deferens wurde somit gewissermaßen in einen Zwitterleiter umgewandelt, während das blindgeschlossene Vas deferens der anderen Seite frei daneben lag. Einen die Beobachtung Meisenheimer's in charakteristischer Weise ergänzenden Fall fand ich bei

einem im Raupenstadium nach der dritten Häutung einseitig kastrierten Männchen, dem an Stelle der entfernten Hode ein Ovarium implantiert wurde. Die implantierte Gonade entwickelte sich zu einem typischen, wenn auch kleinen Eierstock, dessen Eierkelch ganz regelrecht mit dem Vas deferens derjenigen Körpersseite zusammengewachsen war, an der die Raupe kastriert wurde (Fig. 6).

Wie es nicht anders zu erwarten war, wiesen die Falter in keinem einzigen unter den beschriebenen Fällen irgend welche Veränderungen in ihrem sexuellen Habitus auf, trotzdem sich in ihnen eine entwickelte andersgeschlechtliche Gonade befand.

Meine Experimente mit der Transplantation unversehrter Gonaden unter zwei systematisch verschiedenen Formen habe ich an *L. dispar*, *P. monacha*, *M. neustria*, *E. chrysorrhoea*, *P. similis* und *S. pavonia* ausgeführt, indem ich den *Dispar*-Raupe larvale Gonaden der anderen Spezies implantierte und umgekehrt. Ob und inwiefern die implantierten Geschlechtsdrüsen sich im fremden Organismus histologisch ausgebildet haben, werde ich erst nach eingehender Untersuchung des in großer Menge konservierten Materials an Schnitten feststellen können.

### Selbstdifferenzierung der Geschlechtsinstinkte.

Nicht minder interessant als diese morphologischen und anatomischen Befunde war die Frage, ob der Geschlechtstrieb der Schmetterlinge von der Anwesenheit und Entwicklung der Gonaden abhängig ist, oder ob auch bezüglich der Zentren des Nervensystems eine Autodifferentiation bestehe.

Zunächst beobachtete ich das Benehmen der kastrierten Schmetterlinge und fand, daß sie in ihrem Geschlechtsleben von normalen Faltern gar nicht zu unterscheiden sind, was übrigens bereits Oudemans an *Dispar*-Kastraten konstatierte. Kastrierte Weibchen kopulieren sowohl mit normalen als auch mit kastrierten Männchen; außerdem reiben sie von ihrem Abdomen die Wolle ab und verfertigen die üblichen Schwämmchen, selbstverständlich ohne Eier. Auch operierte Männchen verbinden sich ebenso gern mit normalen, wie mit kastrierten Weibchen. Der Geschlechtsinstinkt verändert sich aber auch bei Faltern mit implantierten andersgeschlechtlichen Gonaden in keiner Weise, selbst dann nicht, wenn den Raupen das Blut oder das Keimplasma aus Raupen des anderen Ge-

schlechtes, ja einer anderen Spezies implantiert werden. Diese Beobachtungen veranlaßten mich zu mehreren Experimenten, um eine eventuelle Relation zwischen dem Nerven- und dem Geschlechtssystem näher zu analysieren. Bekanntermaßen sitzen die weiblichen Schwammspinner träge an Baumstämmen, die Männchen dagegen fliegen auch bei Tage lebhaft umher und umwerben stürmisch die gefundenen Weibchen behufs sofortiger Kopula. Zunächst habe ich den lebenden Faltern das Abdomen abgeschnitten und bemerkte, daß beide Geschlechter auch dann ihr Gebahren nicht ändern: die des Abdomens beraubten Weibchen werden dadurch in keiner Weise beunruhigt, die Männchen führen ebenfalls ihren Hochzeitsflug in gewohnter Weise aus. Des weiteren befestigte ich ein großes weibliches Abdomen mit Faden an einer belichteten Seitenwand des Puppenhauses, in welchem sich mehrere Männchen befanden. Nach kurzer Zeit wurde es von einem Männchen erreicht und es kam sofort zu einer regelrechten Verbindung zwischen den beiden, die längere Zeit andauerte. Das seltsame Paar wurde sodann in situ getötet und konserviert. Selbst solche Männchen, denen beide Antennen abgetragen worden sind, werden dadurch in der Suche nach Weibchen nicht gestört und kopulieren. Im Anschluß daran wollte ich endlich das Verhalten von Faltern kennen lernen, die nach Crampton'scher Idee künstlich aus zwei verschiedengeschlechtlichen Individuen zusammengesetzt werden. Zu diesem Zwecke wurden zwei gleichalterige *Dispar*-Puppen mit Hilfe eines Skalpell in der Höhe des dritten Abdominalsegmentes der Quere nach durchgeschnitten, die erhaltenen Hälften wurden sodann in wechselweiser Kreuzung zusammengelegt und die Wunde mit einem Paraffinring sorgfältig geschlossen. Nach 15 Tagen entwickelte sich daraus ein Weibchen mit männlichem Abdomen. Durch entsprechende Reizung konnte ich mich überzeugen, daß in der Innervierung des ganzen Körpers eine lückenlose Einheitlichkeit zustande gekommen ist. Der Falter reagierte nämlich lebhaft, wenn der männliche Hinterleib in verschiedenster Weise gereizt wurde, und am Vorderkörper erfaßt und gereizt, bewegte er das Abdomen in der für normale Spinner charakteristischen Weise. Sich selbst überlassen, saß er nach Weibchenart regungslos da, wurde aber von keinem von den vorbeifliegenden oder vorbeilaufenden Männchen irgendwie beachtet.

Schließlich wollte ich feststellen, ob die Zahl der gelegten Eier



und die Art der Ablegung in irgend welchem Grade durch den Kopulations- und Befruchtungsakt beeinflußt wird. Bei parthenogenetisch eierlegenden Weibchen fand ich, daß die Eierzahl und das Ablegen selbst die gleichen waren, wie bei befruchteten Exemplaren. In beiden Fällen legen die Weibchen entweder alle im Eierstock befindlichen Eier ab, oder es wird nur ein geringer Rest in den Gonaden zurückbehalten. Ebenso pflegt in beiden Fällen von annähernd gleich großen Exemplaren eine gleiche Menge von Eiern, und zwar der weitaus größere Teil, am ersten Tage abgelegt zu werden.

Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, daß erstens der Geschlechtstrieb der Schmetterlinge sich in den Nervenzentren der Kopf- und Thorakalganglien konzentriert und auf die Geschlechtsmerkmale des anderen Geschlechtes gerichtet ist, selbst wenn es sich um Kastrate handelt; zweitens, daß dieser Instinkt durchaus nicht von der Anwesenheit und der Qualität der Gonaden abhängig ist und daß die stattfindende Kopulation niemals irgendwelchen Einfluß, sei es auf den Legetrieb, sei es auf die Eierzahl erkennen läßt.

### Ergebnisse und Schlüsse.

Aus den dargestellten Beobachtungen ergibt es sich, daß bei der Entwicklung der Insektenimago, wenigstens bei Schmetterlingen, Selbstdifferenzierung die Hauptrolle spielt, daß aber auch korrelative Abhängigkeiten nicht fehlen.

Die Selbstdifferenzierung bezieht sich in erster Linie auf sämtliche äußere Charaktere der Imago, die sekundären Geschlechtsmerkmale inbegriffen. So hängt die Größe, Zeichnung und Färbung der Flügel und des ganzen Falters in keiner Weise davon ab, ob er normal oder in frühem Raupenstadium kastriert worden ist. Die sekundären Sexualcharaktere werden auch dann weder in ihrer Entwicklung gehemmt noch irgendwie beeinflußt, wenn sich im Organismus fremde, frühzeitig implantierte Gonaden befinden; selbst das Blut andersgeschlechtlicher Individuen oder Injektionen fremder Keimzellsubstanz vermögen daran nichts zu ändern, mag es sich um Individuen derselben Art oder um systematisch ganz verschiedene Organismen handeln.

Auch die Gonaden an sich differenzieren sich unabhängig von der geschlechtlichen Qualität des Nährbodens und der Körperge-

gend, in welchen sie sich entwickeln; phagocytischen Prozessen setzen sie ebenfalls einen siegreichen Widerstand entgegen.

Selbstverständlich ließ sich auch ein gewisser Grad von Korrelation nachweisen, da man hier eigentlich mit der Entwicklung symbiotisch wachsender Organe zu tun hat. Diese Korrelation äußert sich einerseits durch Hypertrophie der Gonade, beziehungsweise ihrer Ausführungswege in einseitig kastrierten Individuen, zweitens kann es zu regenerativen Regulationen kommen. In geschlechtlich intakten Exemplaren wird hingegen die implantierte Geschlechtsanlage schon mechanisch in ihrer Entwicklung behindert und pflegt nur zwerghafte Organe zu liefern. In dieser Hinsicht dürfte also zwischen den Wirbellosen und den Vertebraten kein namhafter Unterschied bestehen.

Wie ließe sich nun der geschilderte Sachverhalt erklären? Die Vermutung Oudemans', die Festigkeit des Geschlechtsdimorphismus könne bei diesen Faltern auf einer zu stark fixierten phylogenetischen Konsolidierung der Formen beruhen, haben wir bereits oben als unbegründet zurückgewiesen, weil gerade die Arten dieser Spinnergruppe eine recht große Amplitude individueller Variation aufweist. Die Lösung des Problems dürfte eher auf dem bereits von Kellogg angedeuteten Wege zu suchen sein. Es darf nicht vergessen werden, daß wir hier mit metabolischen Tieren zu tun haben, dazu mit solchen, bei denen die erworbene Form der Metamorphose ihren Höhepunkt erreicht hat. Beinahe der ganze Körper des Reifestadiums entwickelt sich bei ihnen aus Imaginalscheiben, die in der Larvalperiode in ganz unentwickeltem Zustande verharren. Nur wenige Organe, wie das Nervensystem, das Herz und vor allem anderen die Gonaden persistieren. So ist nicht zu verwundern, wenn der vorerst nur in Form von winzigen Zellgruppen angelegte Organismus weder mit physiochemischen noch morphologischen Qualitäten metamorphischer Stadien zusammenhängt und sich mit ihnen zum Teil wie ein Fremdkörper auf einem Nährboden entwickelt. Es handelt sich hier sozusagen um zwei verschiedene Organismen, die miteinander nicht identisch sind.

Die Richtigkeit dieser Auffassung wird sich allerdings erst nach Durchführung ganz analoger Versuche an Insekten mit sog. unvollkommener, d. h. ursprünglicher Verwandlung feststellen lassen, was den Gegenstand einer weiteren Mitteilung bilden soll.

Zum Schluß sei es mir gestattet, Herrn Prof. Garbowski, der mir nicht nur beim Entwerfen des Planes dieser Untersuchungen und beim Auffinden geeigneter Methoden behilflich war, sondern mich die ganze Zeit auf Schritt und Tritt beraten und geleitet hat, meinen herzlichsten und tiefempfundenen Dank auszusprechen.

(Aus dem zoologischen Laboratorium des Hrn. Prof. Garbowski an der Jagell. Universität zu Krakau).

67. *Studia doświadczalne nad synchronizmem Hippolyte varians Leach (wiadomość tymczasowa). — Étude expérimentale du synchronisme de Hippolyte varians Leach.* Note préliminaire de M. ROMUALD MINKIEWICZ, présentée par M. M. Siedlecki m. c.

#### I. Avant-propos.

C'est au cours de mes recherches sur l'instinct de déguisement<sup>1)</sup> que j'ai été amené à substituer au terme darwiniste de mimétisme le terme objectif de synchronisme ne contenant aucune tendance explicative. Je me crois donc autorisé à m'en servir dorénavant, d'autant plus que les faits que j'exposerai dans ce qui suit sont, sous ce rapport, des plus concluants.

En commençant mes expériences sur le synchronisme de *Hippolyte varians*, en été 1906, au laboratoire Lacaze-Duthiers (Roscoff-Finistère), dirigé par M. Yves Délagé, j'avais deux questions principales à résoudre:

I-mo, établir l'étendue chromatique des changements possibles de couleur des *Hippolyte* dans les conditions expérimentales de nos aquariums;

II-do, préciser les voies par lesquelles les propriétés chromatiques du milieu ambiant exercent leur

<sup>1)</sup> R. Minkiewicz. 1. *Analyse expérimentale de l'instinct de déguisement chez les Brachyures oxyrhynques.* Arch. Zool. Expér. Vol. VII, Nr. 2, 1907.

— 2. *Próba analizy instynktu metodą obiektywną.* „Przegląd Filozof.” (Revue Polonaise de Philosophie), Varsovie, 1907—1908, Vol. X et XI.



influence sur l'organisme des *Hippolyte*, en forçant leurs chromatophores de prendre toutes les fois la couleur du milieu.

Voici l'exposé extrêmement succinct de ce que mes recherches m'ont donné jusqu'à présent, relativement aux deux problèmes posés ci-dessus.

## II. L'action du fond blanc et noir.

Ici, je suis heureux de pouvoir confirmer complètement les données de G. Pouchet<sup>1)</sup> et de MM. Keeble et Gamble<sup>2)</sup>.

1. Sur le fond blanc toutes les *Hippolyte* (quelle que soit leur couleur initiale) deviennent d'un bleu transparent: les chromatophores (ou plutôt les pigments dans les chromatophores) se rétractent.

2. Le fond noir produit un effet diamétralement opposé: les pigments des chromatophores se dilatent, et la couleur des animaux devient de plus en plus foncée (brune ou brunâtre).

3. La nuit provoque toujours la contraction des pigments et par conséquent une couleur bleue.

Mais je peux ajouter à ces données, bien établies par mes prédécesseurs, quelques faits nouveaux.

4. Les *Hippolyte*, exposées à la lumière diffuse, sur des fonds en verre transparent, et éclairées ainsi aussi bien d'en dessous que d'en dessus, deviennent foncées (brunâtres), tout comme si elles se trouvaient sur un fond noir. Ce qui prouve une fois de plus que le fond n'exerce son influence sur les *Hippolyte* que grâce à ses propriétés lumineuses.

5. Il existe des *Hippolyte* très rebelles aux changements (jusqu'à huit jours et plus). Mais, si elles arrivent à changer de couleur, ce n'est qu'après la mue<sup>1)</sup> qu'apparaît ce changement, soit en partie, soit en totalité. Ce qui prouve que la mue n'est point un processus externe, mais un processus qui affecte tous les tissus en augmentant leur plasticité.

6. Une fois changée, la couleur des *Hippolyte*, même chez les plus rebelles, devient plastique et peut être changée avec une rapidité frappante, quelquefois dans une dizaine de minutes.

<sup>1)</sup> G. Pouchet. *Les changements de coloration sous l'influence des nerfs*. Journ. Anat. et Physiol. (1876). T. 12.

<sup>2)</sup> F. Keeble and F. W. Gamble. *The Colour-Physiology of higher Crustacea*. Part. II. Philos. Transact. Vol. 196 (1904).

Le fait me paraît fort intéressant, parce qu'il démontre le rôle que peut avoir l'habitude dans le sens purement physiologique du mot, c'est-à-dire „l'emploi ou le défaut d'emploi“ d'un organe (comme le disait Lamarck), dans la formation des variétés stables d'un animal, primitivement polychrome.

Ainsi, les idées de Lamarck, plus d'une fois tournées en dérision, reprendraient la place qui leur est due.

### III. Les fonds colorés.

Toutes nos connaissances à ce sujet se bornaient jusqu'à présent aux belles expériences de MM. Keeble et Gamble<sup>2)</sup> et à celles de M. Hornell<sup>3)</sup> (plus anciennes et probablement inconnues à MM. Keeble et Gamble) dans lesquelles les auteurs anglais arrivent à changer réciproquement les couleurs verte, rouge et brune, sur des algues de couleur correspondante.

Cependant, la question étant d'une importance capitale, il faudrait élargir le champ d'expériences et les effectuer dans de meilleures conditions.

Dans mes nombreuses expériences de 1906—1907, je me suis servi de petits aquariums (à courant continu) en verre transparent, éclairés également par la lumière diffuse, et dont je couvrais le fond et les parois — jusqu'à une certaine hauteur — avec du papier fort de couleur voulue. En voici les principaux résultats.

1. J'ai obtenu des nombreuses *Hippolyte* de couleur suivante:

A. Couleurs simples, c'est-à-dire où les pigments correspondants sont seuls dilatés:

- a) rouge: foncée et claire,
- b) jaune: foncée, claire et blanchâtre,
- c) bleue et bleuâtre (transparente).

B. Couleurs composées:

- d) orange (pigment jaune + p. rouge),
- e) verte: citron et olive (p. jaune + p. bleu en mélanges différents),
- f) violette: foncée et lilas (pigm. rouge + p. bleu),

<sup>1)</sup> La mue des *Hippolyte*, comme c'est le cas chez d'autres Crustacés, s'effectue habituellement pendant la nuit.

<sup>2)</sup> *Op. et loc. cit.* Part III. Vol. 198 (1905).

<sup>3)</sup> James Hornell. *Note on the protective devices of the Genus Hippolyte.* Journ. Marin. Zool. Vol. II. Nr. 6 (1897).

sans compter les couleurs habituelles: verte, brune et brunâtre (les deux dernières sont composées de mélanges des pigments rouge + jaune + bleu).

Ainsi, j'ai obtenu toutes les couleurs fondamentales du spectre solaire avec des nombreuses nuances, correspondant toujours à la couleur du papier employé. Ce qui est frappant dans les résultats ci-dessus, ce sont les couleurs vives jaune, bleue et violette qu'on ne rencontre pas dans le milieu naturel des *Hippolyte*, habitant les herbiers et les algues. Il résulterait de ce fait que l'étendue de la plasticité synchromatique des *Hippolyte* n'est point due à la sélection naturelle, qu'elle est plutôt d'origine primaire et dépend directement des agents chromatiques du milieu.

Un autre fait qui saute aux yeux, c'est que le fond bleu et le fond blanc ont la même influence, c'est-à-dire qu'ils provoquent tous les deux la contraction complète des pigments figurés des chromatophores et amènent la coloration bleue de l'animal.

2. Les changements de couleur se produisent non seulement chez les *Hippolyte* jeunes, mais aussi chez les adultes, même chez celles de grande taille (jusqu'à 20 mm dans mes expériences).

3. Toute variété chromatique, naturelle ou obtenue expérimentalement, peut être changée en n'importe quelle autre.

4. L'intensité de l'éclairage coloré joue un rôle beaucoup moins important que sa qualité chromatique; c'est ce qu'on peut conclure du moins d'après les expériences de 1906 où j'ai obtenu les mêmes colorations des *Hippolyte* avec des intensités variées de l'éclairage, dans des petits cristallisoirs enveloppés de fins papiers de couleur. Cette méthode est bien un peu trop primitive, mais elle était la seule dont j'ai pu me servir.

5. L'animal, d'habitude, ne change pas de couleur d'emblée. Sa coloration passe par des stades successifs de nuances, stades qui sont constants pour chaque couleur initiale et définitive, étant déterminés par le jeu des trois pigments sous l'influence du milieu chromatique.

6. Le changement ne se produit pas non plus simultanément dans toutes les parties de l'organisme. Ce sont les parties périphériques des lames des antennes et des lames du telson, ainsi que les pédoncules oculaires, qui synchromatisent habituellement les premiers. L'abdomen est au contraire le plus rebelle et résonne le plus tard.



7. Après un long séjour dans les aquariums bleus, les *Hippolyte* perdent leur pigment bleu et deviennent incolores et transparentes. (Le même fait, à ce qu'il me semble, se produit dans les aquariums blancs). Est-ce l'épuisement de la fonction productrice des chromatophores? ou la destruction lente du pigment diffus par la lumière du jour?

#### IV. Explication provisoire des phénomènes synchronomatiques.

En présence des faits exposés plus haut et réunis dans le tableau ci-joint, la première idée qui vient à l'esprit est que les milieux chromatiques exercent leur influence sur les chromatophores des *Hippolyte* par voie directe.

TABLEAU  
démontrant l'action des agents lumineux sur les chromatophores des *Hippolyte varians* Leach.

Chromatophores	jour	d i f f u s							nu	éclairage fond	agents lumi- neux
	nul	noir	rouge	jaune	violet	vert	bleu	blanc			
pigment rouge	+	+	+		+						
pigment jaune	+	+		+		+					
pigment bleu					+	+	+	+	+		

Mes recherches sur le chromatropisme<sup>1)</sup> des animaux les plus disparates (antédon, nemèrtes, hirudinées, daphnies, crabes, pagures, larves des décapodes et des poissons etc.), dont je n'ai publié jusqu'à présent qu'une partie, m'ayant montré la généralité et l'importance des phénomènes chromatropiques, j'étais disposé à considérer les contractions et les dilatations toujours synchronomatiques des pigments des *Hippolyte* comme résultat, elles aussi, de leur réaction chromatrope vis-à-vis des radiations lumineuses.

<sup>1)</sup> Découvert, comme phénomène indépendant, au cours de mes recherches sur les *Nemèrtes*. Voir mes notes dans les *C. R. Ac. Sc. Paris*. Novembre et Décembre 1906.

Il n'était pas trop difficile de trouver une explication de ce synchromatisme chromotropique. Il faudrait seulement admettre que le premier moment de l'action de toute (ou presque toute) radiation chromatique sur chaque pigment reste toujours le même: c'est une tendance initiale des pigments à se dilater. Quelque chose de semblable à la „sensibilité lumineuse brute“ dont l'existence dans la rétine humaine est prouvée par les belles expériences de M. Aug. Charpentier.

Ainsi, l'absence de toute action lumineuse correspond à l'état de repos, c'est-à-dire à la contraction complète des pigments vers le centre des chromatophores. Comme, par exemple, la contraction des pseudopodes d'une amibe ou d'un rhizopode est également son état de repos.

Prenons pour exemple l'action du milieu rouge. La tendance primitive de tous les pigments est à s'élargir. Mais en même temps, le pigment bleu est détruit par les radiations rouges qu'il absorbe; le pigment jaune, pénétré aussi par la lumière rouge, est excité et doit se contracter. Or, c'est le rouge seul qui persiste dans ce stade primitif, provoqué par la sensibilité lumineuse brute, car, en réfléchissant les radiations rouges du milieu, il n'éprouve aucune excitation de la part de ces radiations. Cependant, sa tendance à se dilater, une fois provoquée, persiste, et le pigment s'étale de plus en plus et coule, comme un rhizopode, par les canaux ramifiés des chromatophores complexes de *Hippolyte*.

Il en est de même pour le pigment jaune dans le milieu jaune.

Quant au pigment bleu, non figuré et diffus, j'ai certaines raisons pour le considérer comme un pigment d'origine primaire (= „lipochromogen“ d'après Krukenberg et Newbigin<sup>1)</sup>) se formant, à l'état normal, incessamment dans le plasma des chromatophores. La lumière du jour et, spécialement, les rayons absorbés par ce pigment (rouges, jaunes) le détruisent. Les rayons verts (et bleus) sont les seuls qui ne le détruisent point; peut-être même les verts facilitent-ils sa formation.

La lumière du jour (et le fond noir) déterminent une coloration brune ou brunâtre; les pigments rouge et jaune ne manifestent alors

<sup>1)</sup> M. I. Newbigin. *Colour in Nature. A Study in Biology*. London, 1898 pp. 124-129.

que leur phototropisme („sensibilité lumineuse brute“), tandis que le pigment bleu est détruit.

Cette explication, par le phototropisme d'une part et le photochimisme de l'autre, étant fort attrayante, il ne lui manquait qu'une confirmation expérimentale décisive. Celle-ci consisterait à démontrer que tous les phénomènes synchromatiques persistent après l'ablation des yeux.

Or, voici ce que nous apprennent les expériences à ce sujet.

## V. Le rôle des yeux.

### A. L'ablation d'un oeil.

1. L'opération en question n'influence point la fonction des chromatophores chez *Hippolyte* (fait bien démontré d'ailleurs par G. Pouchet chez d'autres crevettes), et les animaux synchromatisent d'une façon tout à fait normale.

2. L'ablation d'un oeil ne paraît pas provoquer une différence appréciable dans la coloration des deux côtés (normal et opéré).

### B. L'ablation totale des yeux.

3. L'opération est tellement grave pour les animaux en question qu'ils périssent inévitablement, si on les prive des deux yeux à la fois. Il faut enlever chaque oeil séparément, et le temps écoulé entre les deux opérations ne peut être inférieur à deux jours, comme il résulte nettement de mes nombreuses expériences de 1907.

Les animaux ainsi aveuglés perdent leurs facultés synchromatiques, bien que les chromatophores restent actifs. (Le même résultat a été obtenu par G. Pouchet et MM. Keeble et Gamble).

4. Les pigments ne se dilatent nullement après l'opération, en dépit de ce qu'affirment Pouchet et MM. Keeble et Gamble. Néanmoins, ils ne restent pas *in statu quo ante*. Il se produit, au contraire, dans leur constitution des changements importants. Il est étonnant que ces faits n'aient pas été observés par les auteurs précités. Ces changements consistent dans une diminution croissante du pigment bleu et sa disparition finale, ce qui amène des changements des couleurs composées (telles que le vert et le violet) dont le pigment bleu forme une des parties constituantes. Si l'on n'analyse pas ce phénomène, on a l'impression



que les pigments jaune et rouge (ou l'un d'eux) se sont dilatés, ce qui a dû induire en erreur Pouchet et MM. Keeble et Gamble. Non seulement ces pigments ne se dilatent jamais (sur aucun fond), mais quelquefois, avec le temps, ils peuvent se contracter, au moins le pigment rouge.

5. La disparition du pigment bleu peut amener un synchronisme accidentel, si les *Hippolyte* séjournent, par hasard, sur le fond ayant la couleur du pigment qui reste intact, ce qui m'est arrivé à plusieurs reprises. Mais ce n'est qu'une coïncidence, et les expériences de contrôle le démontrent nettement: une fois le pigment bleu disparu, les *Hippolyte* transférées dans un milieu d'une couleur quelconque ne synchronisent plus.

6. La nuit provoque constamment chez les *Hippolyte* aveuglées, comme chez les normales, la contraction des pigments figurés et la production du pigment bleu. J'ai pu observer ce phénomène même un mois après l'opération.

## VI. Conclusions.

1. En dépit de ce que j'attendais, les expériences ont montré que le synchronisme des *Hippolyte* n'est pas direct: il est avant tout oculaire (resp. rétinien) et réflexe, passant à travers tout le système nerveux, central et périphérique, à partir des récepteurs rétiniens jusqu'aux terminaisons chromatophoriques.

2. Néanmoins, l'influence directe des agents du milieu n'est pas nulle.

Premièrement: la coloration nocturne se produisant chez les animaux aveuglés d'une manière toute normale, il est évident que la disparition du pigment bleu est due non pas à l'ablation des yeux, mais à l'action directe de la lumière incidente du jour, détruisant ce pigment (et peut-être même inhibant sa production).

Deuxièmement: les pigments figurés conservent leur sensibilité phototropique („brute“) dans les parties détachées du corps, comme l'ont montré déjà MM. Keeble et Gamble.

3. Nous sommes donc forcés de conclure que les deux voies, oculaire et directe, collaborent dans le déterminisme normal de ce synchronisme polychrome, chacune ayant son champ d'action spécifique.

En ce qui concerne l'essence du synchronisme, c'est-à-dire les mouvements des pigments granulés (et l'action des fonds colo-

rés), la voie directe ne reste peut-être pas inactive, bien que son rôle soit de beaucoup inférieur et qu'elle ne garde qu'une fonction de contrôle.

4. Comme chez les *Hippolyte* non opérées les pigments arrivent à prendre chaque fois une position déterminant le synchronisme parfait de l'animal, et comme ce synchronisme s'effectue par la voie rétino-neurale, il est évident que l'excitation communiquée aux chromatophores par l'intermédiaire des nerfs est en rapport étroit avec les propriétés chromatiques du milieu. Autrement, l'animal n'arriverait jamais à synchroniser d'une manière aussi parfaite.

Il est donc évident que le système nerveux conduit aussi bien les différences soi-disant „qualitatives“ des agents excitants (c'est-à-dire les différences de longueur d'onde) que les différences soi-disant „quantitatives“ (= différences d'amplitude d'onde). conclusion à laquelle j'ai déjà été amené par mes recherches sur le déguisement des *Maja*<sup>1)</sup> et qui me paraît avoir une grande importance bio- et physiologique.

Il semble, d'ailleurs, que la longueur d'onde d'une radiation est tout aussi bien une quantité que l'amplitude de l'onde.

## VII. Généralités sur la »ressemblance protectrice« des animaux.

### (»Cryptic colours« de Poulton).

1. Si nous rapprochons maintenant les faits de synchronisme histologique des *Hippolyte* et les faits de synchronisme instinctif (ou accidentel) des *Maja*, nous verrons que la nature des deux phénomènes est identique, et qu'elle consiste en une résonance chromocinétique en réponse aux agents lumineux du milieu.

Par l'intermédiaire de la voie rétino-neurale, cette résonance se manifeste chez les *Hippolyte* par les phénomènes cinétiques des chromatophores; tandis que chez les *Maja* elle se traduit par les phénomènes chromocinétiques de l'animal tout entier, c'est-à-dire par les mouvements chromotropes qui déterminent le déguisement synchronistique.

2. Le synchronisme histologique apparaît quelque-

<sup>1)</sup> R. Minkiewicz. *Próba analizy instynktu metodą obiektywną*. Partie troisième. Revue de Philosophie Polonaise, T. XI, Nr. 1—2, Varsovie (1908).

fois sous une autre forme chez les animaux dont les changements de couleur ne sont pas dûs aux mouvements des pigments des chromatophores mais aux changements photochimiques des tissus pigmentés. Telles sont les larves et les Chrysalides des Lépidoptères et d'autres insectes, d'après les belles expériences de M. E. B. Poulton (1887—1892—1899—1903).

Il paraît probable, d'après ces expériences, que les changements chromochimiques de l'épiderme des larves-chrysalides ne sont pas non plus directs (s'il est vrai que leur peau résonne tout entière d'une manière continue, bien qu'on applique des agents chromatiques différents sur les deux moitiés de l'animal).

Il est donc probable qu'ici encore l'intermédiaire de la conductibilité nerveuse (le réseau périphérique) est nécessaire afin que le synchromatisme puisse se réaliser. Seulement, ce ne sont plus les éléments rétinien qui servent ici de récepteurs des influences chromatiques du milieu, mais la peau elle-même avec ses terminaisons nerveuses, ainsi que le démontrent les expériences de M. Poulton sur les larves aveuglées.

3. La résonance chromocinétique se rencontre chez beaucoup d'autres groupes d'animaux: reptiles, amphibies, poissons, céphalopodes etc.

Sa forme plus ou moins développée, plus ou moins restreinte, ne dépend que de la plasticité chromocinétique des éléments périphériques, le système nerveux, à mon avis, ayant dans tout le règne animal les mêmes propriétés fondamentales. Ainsi on pourrait peut être trouver enfin l'explication causale des couleurs synchromes des cocons d'araignées et des oeufs d'oiseaux, leurs colorants recevant, au moment de leur développement dans les voies génitales<sup>1)</sup> de l'animal, l'influence des agents chromatiques du milieu dans lequel la femelle se prépare à la ponte.

Cette influence par voie rétino-neurale n'est pas ici plus difficile à comprendre que dans le cas de mes *Hippolyte*, ou surtout dans le cas des chenilles (de M. Poulton) qui, en recevant les influences du milieu, ne changent pas elles-mêmes de couleur, mais

<sup>1)</sup> Quelle que soit, d'ailleurs, la partie chromogène: aussi bien l'oviducte et l'utérus, comme le croient MM. Carus, Leuckart, Coste, Sorby, que l'ovaire comme le croit M. Wickmann (H. Wickmann. *Die Entstehung der Färbung der Vogeleier*, 1893).



élaborent les couleurs synchrones des chrysalides qu'elles préparent par leur métamorphose. Il n'est point impossible de soumettre cette opinion à une épreuve expérimentale. Il faudrait simplement faire pondre des araignées et des oiseaux dans des milieux différents d'éclairage, de couleur, de disposition des taches etc. Evidemment, les animaux dont les oeufs (ou cocons) varient à l'état naturel sont de beaucoup préférables, étant donnée la plasticité des substances colorantes, élaborées dans leur appareil génital. Tel est, par exemple, *Cisticola schoenicola*, ou peut-être même notre canard domestique etc. — parmi les oiseaux; *Lycosidae* — parmi les araignées.

4. Les faits que je viens d'exposer, surtout ceux où la couleur n'a aucune valeur protectrice, comme c'est le cas de la coloration nocturne (fait naturel) des *Hippolyte* ou de leur coloration foncée à l'éclairage diffus (fait expérimental), ou bien ceux de l'obtention expérimentale des couleurs vives (jaune, violet), n'existant point dans le milieu naturel des *Hippolyte* qui habitent les herbiers (zostères etc.); les mouvements des pigments dans les chromatophores des parties invisibles (intestins, péritoine etc.) des divers animaux, tels que amphibiens, reptiles etc., fait bien connu depuis longtemps; les expériences remarquables de M. W. Flemming (1882, 1896—7), sur l'action destructive du fond blanc sur les pigments des larves des Salamandres et celles de I. T. Cunningham (1891, 93, 95) sur l'action chromogène de la lumière du jour sur les poissons dissymétriques (Pleuronectides, Soles) etc. etc.; enfin, les expériences bien connues de MM. Poulton, Standfuss, Fischer, Merrifield, Marie v. Linden etc. sur les divers groupes d'insectes; tous ces faits démontrent suffisamment:

premièrement, que la plasticité<sup>1)</sup> chromatique des animaux est d'origine primaire et non acquise par voie de sélection;

deuxièmement, que la „coloration protectrice“ (resp. synchrone) des animaux s'est développée sous l'influence directe des agents lumineux du milieu, en d'autres termes par **adaptation chromatique directe** („directe Anpassung“), si l'on veut employer cette expression pas précisément fortunée;

<sup>1)</sup> Cette plasticité chromatique est comparable, d'ailleurs, à celle de certaines substances chimiques, celles dont on se sert pour la photographie en couleurs ou celles dont s'est servi M. Carey Lea dans ses célèbres expériences de 1887.

troisièmement, que les couleurs animales, en général se sont développées sous l'influence directe des divers agents externes (lumière, chaleur etc.) et de l'emploi continu ou du défaut d'emploi de certains éléments de la plasticité chromatique initiale, emploi déterminé par ces agents.

Paris, en Octobre 1908.

---

68. *Studia nad Azotobakterem. — Untersuchungen über Azotobacter chroococcum Beij.* Mémoire de M. **SEVERIN KRZEMIENIEWSKI**, présenté par M. E. Godlewski m. t. dans la séance du 6. Juillet 1908.

(Planche XXXI).

#### I. Die Ansichten über die Stickstoffassimilation durch *Azotobacter chroococcum*.

Es sind kaum sieben Jahre her, seit Beijerinck das *Azotobacter chroococcum* (1) isoliert und dessen Bedeutung für die Bindung des freien Stickstoffs dargetan hat, und schon ist die diesen Organismus betreffende Literatur derart angewachsen, daß bereits gegenwärtig eine Zusammenstellung (2) derselben mit Genugtuung zu begrüßen ist.

Bekanntlich haben Beijerinck und van Delden (3) aus ihren Forschungen den Schluß gezogen, daß der Azotobakter nicht an und für sich, sondern erst gemeinsam mit anderen Bakterien imstande ist, den freien Luftstickstoff zu verwerten. Indessen haben Gerlach und Vogel (4) gefunden, daß der Azotobakter allein, ohne Zuhilfenahme irgend welcher anderen Organismen den Stickstoff binden kann.

Diesen Widerspruch der Resultate versuchte man auf verschiedene Art zu deuten. Löhnis (5) war geneigt, die Ursache der negativen Versuchsergebnisse Beijerincks und van Deldens in dem Alter der Azotobakterkulturen zu suchen. Doch sowohl er selbst (6), wie auch später N. K. Pillai (7) fanden gleichfalls nur sehr geringe Zunahmen von Stickstoff in den Reinkulturen des Azotobakters, während diese Zunahme in den Rohkulturen verhältnismäßig bedeutend war. Denn was hat schließlich eine Zunahme

von 1·68 *mg* Stickstoff, die man im Laufe von 3 Wochen in Reinkulturen erreicht, zu bedeuten gegenüber der Zunahme, die bis zu 10 *mg* in derselben Menge von Nährlösung steigt und welche dieselben Autoren bereits nach 10 Tagen in Rohkulturen feststellen konnten?

Ebenso fand z. B. Freudenreich (8) in Reinkulturen von *Azotobakter* in 250 *ccm* Nährlösung, welche 2% Mannit enthielt, nach Verlauf von 9 Wochen Stickstoffgewinne von 2·9 *mg*, in Rohkulturen dagegen bis zu 20 *mg*. Bessere Resultate erzielte derselbe Autor, indem er den *Azotobakter* auf Gipsplatten, die mit Glukose-lösung befeuchtet wurden, züchtete. In der Zeit von 6 bis 31 Tagen betrugen die Stickstoffgewinne auf 0·5 *g* Glukose von 3 bis 5·8 *mg*. R. Thiele (9) beobachtete im Verlauf von 125 Tagen sogar bei Durchleitung von Luft über die Kulturen auf 1 *g* Mannit höchstens 4·7 *mg*, auf 1 *g* Glukose — 4·4 *mg* Stickstoffzunahme. J. Stoklasa (10) erhielt auf 1 *g* Mannit 3·7—6·23 *mg*, auf 1 *g* Glukose 4·45—10·5 *mg* Stickstoffgewinn. Die relativ größten Stickstoffzunahmen verzeichnen A. Koch (11) und H. Fischer; sie erhielten sie bei Züchtung des *Azotobakt*ers auf Agar-Agar- oder Gipsplatten. Die auf ein Liter Nährlösung berechneten Zunahmen betragen 180 *mg* Stickstoff. Zur Vervollständigung des Bildes will ich noch die von Krainsky (13) und Heinze (17) angegebenen Ziffern anführen und alle Angaben zur besseren Übersicht in einer Tabelle zusammenstellen.

TABELLE I.

Stickstoffgewinne (in <i>mg</i> ) in den Reinkulturen von <i>Azotobakter</i> pro 1 <i>g</i> Kohlenstoffquelle in der Nährlösung		
	mit Glukose	mit Mannit
Beijerinck u. van Delden	0	0
Gerlach und Vogel . .	5·77—10·66	—
Löhnis . . . . .	1·68	—
Pillai . . . . .	0·47—1·89	—
Freudenreich . . . . .	12·6 (?)	1·02
Thiele . . . . .	2·29—4·4	1·86—4·9
Stoklasa . . . . .	4·45—10·5	3·7—6·23
Heinze . . . . .	2·3—3·3	—
Krainsky . . . . .	1·35	5·7



Stimmen somit alle Forscher darin überein, daß die Stickstoffgewinne in Rohkulturen sehr beträchtlich sein können, so sind, wie wir aus obiger Darstellung sehen, die Unterschiede bezüglich der Reinkulturen direkt auffallend. Beijerinck und van Delden, Löhnis und Pillai sowie Krainsky beobachten in Glukosekulturen sehr geringe Zunahmen, während Freudenreich eben dasselbe für Mannit findet. Die neueren Untersuchungen scheinen darauf hinzuweisen, daß die Unterschiede in den Resultaten der Versuche mit Reinkulturen auf der Existenz von verschiedenen physiologischen Rassen des Azotobakters beruhen. So hat Lipman (14) 4 Formen von Azotobakter isoliert, von denen die eine (*Az. Woodstownii*) ähnlich wie der von Chester (15) isolierte Azotobakter überhaupt keinen Stickstoff bindet, während die drei übrigen in dieser Hinsicht bedeutende Unterschiede aufweisen. Dieselben Beobachtungen haben E. Freudenreich (8) und Ashby (16) gemacht. Doch auch die Annahme der Existenz solcher Rassen erklärt uns immer noch nicht, warum die Stickstoffzunahmen in Rohkulturen größer sind als in Reinkulturen. Am einfachsten wäre es, irgend einen Einfluß auf die Stickstoffbindung seitens anderer mitbeteiligter Organismen anzunehmen. Eben in dieser Voraussetzung schreibt Beijerinck diesen anderen Organismen die Fähigkeit der Bindung des freien Stickstoffs zu, welcher, durch diese Organismen in gebundener Form nach außen abgeschieden, erst vom Azotobakter absorbiert würde. Heinze (17) dagegen ist der Ansicht, daß die anderen Organismen die Kohlenstoffquellen des Azotobakters bereichern, indem sie die bei der Impfung von Rohkulturen mit Erde vermengten Humussubstanzen in solche organische Verbindungen umsetzen, die für die Ernährung des Azotobakters von Nutzen sind. Diese Vermutung steht jedoch im Widerspruch mit der von demselben Autor gemachten Beobachtung, nach welcher der Azotobakter zu seiner Ernährung die Humusstoffe angeblich direkt verwendet; er soll nämlich in einer 1% Lösung von Humussäuren mit einer minimalen Zugabe (0.02—0.1%) von Glukose vorzüglich gedeihen (18).

Alle diese Erklärungen für die Art und Weise, wie die fremden Organismen die Bindungsfähigkeit der Rohkulturen für Stickstoff erhöhen, sind indessen insofern nicht stichhaltig, als die Tatsache selbst, daß gerade sie diese Erhöhung verursachen, durchaus noch nicht erwiesen ist. So hat Löhnis (5) in gemeinsamen Kul-

turen des Azotobaktters mit anderen aus Rohkulturen isolierten Organismen durchaus keine größeren Stickstoffzunahmen feststellen können, obgleich er dem ersteren sowohl wie auch den letzteren die Fähigkeit der Stickstoffbindung zuschreibt. Gerlach und Vogel (4) konstatieren dagegen direkt einen negativen Einfluß anderer Organismen auf die Bindung des Stickstoffs seitens des Azotobaktters. Lipman endlich steht mit seiner Ansicht gewissermaßen in der Mitte, indem er darlegt, daß für die einen Formen des Azotobaktters die Gegenwart anderer Organismen nützlich ist, für andere dagegen nicht.

Mit einem Worte: wir stehen vor einer ganzen Reihe einander widersprechender Behauptungen und Ansichten, und darum erheischt vor allem die Frage, warum die Rohkulturen von Azotobakter größere Stickstoffzunahmen aufweisen als Reinkulturen, eine nähere Untersuchung.

Als wir an die Untersuchungen, die diese Frage klarstellen sollten, herantraten, besaßen wir bereits aus eignen Beobachtungen genug Beweise dafür, daß die Bindung von Stickstoff in Reinkulturen des Azotobaktters im Verhältnis zu der in Rohkulturen beobachteten verschwindend klein ist. Um gleichzeitig eine Erklärung für die krassen Meinungsdivergenzen inbezug auf die chemischen Prozesse, die sich bei der Bindung des Stickstoffs durch den Azotobakter abspielen, zu finden, haben wir in unseren Versuchen, welche die Lösung des ersten Problems bezweckten, stets auf den Stoffwechsel bei der Ernährung des Azotobaktters unser Augenmerk gerichtet.

## II. Die Isolierung des Azotobaktters und seine Morphologie.

Um eine Reinkultur des Azotobaktters zu erhalten, wurde eine mit gewöhnlichem Leitungswasser hergestellte Mannitnährlösung ohne jeglichen Zusatz von Stickstoffverbindungen mit Erde vom Versuchsfeld infiziert. Bei der Überimpfung der Haut auf Agarplatten zogen stets einige besondere Typen von Kolonien die Aufmerksamkeit auf sich. Die einen von ihnen waren mattweiß mit regelmäßigen Konturen und gingen bald in halbflüssigen Zustand über; es waren dies Azotobakterkolonien. Neben diesen konnte man stets stark wachsende, sphärisch-konvexe, fast wie Wassertropfen durchsichtige Kolonien beobachten; ferner bemerkte



man Kolonien, die sich in Gestalt einer unregelmäßig geränderten, durchsichtigen Decke auf der Oberfläche des Agars nur langsam entwickelten und im durchfallenden Licht hellbraun, im schräg einfallenden schön irisierend erschienen. Oft zeigten sich noch außer diesen sehr schnell wachsende Kolonien von mattglänzender, charakteristisch gekräuselter Oberfläche, härter als die übrigen, ungefähr von Käsekonsistenz. Beim Vergleich unserer Wahrnehmungen mit den Beschreibungen Beijerincks und anderer sind wir geneigt, die durchsichtigen Kolonien als Bakterien vom Radiobakteriustypus anzusprechen, obgleich sie sich von *Radiobacter inuline*, welcher uns auf Ersuchen Prof. Godlewskis zusammen mit einer *Azotobakter*kultur Prof. Beijerinck gütigst übersandt worden ist, ein wenig unterscheiden. Diese in Gestalt von winzigen Stäbchen auftretenden Bakterien bilden, durch Strichimpfung auf Agar-Mannitplatten ohne Stickstoffzugabe übertragen, längs des Striches farblose, durchsichtige und hocheherhabene Verdickungen. Auf Agar Glukose nehmen sie alsbald die ganze Agar-Oberfläche ein, fließen von derselben herab und bilden im Kondensationswasser einen weißen Niederschlag. Gelatine wird von ihnen nicht verflüssigt. Wird eine Kultur auf Gelatine mit Mannit, jedoch ohne Stickstoffzugabe übergeimpft, so ergibt sie auf der Oberfläche ihres Nährbodens eine Kolonie von glänzender Oberfläche, einem Stearintropfen ähnlich; ebenso verhält es sich mit Bouillongelatine. In Nährflüssigkeiten gedeihen sie am kräftigsten in Gegenwart von Glukose oder Rohrzucker und bei Zugabe von Pepton oder Fleischextrakt. (Nr. I u. Ia A. Meyer: Praktikum der botanischen Bakterienkunde, S. 24). Sie bilden in diesem Falle an den Wänden des Gefäßes einen breiten, weißen Ring, sowie am Boden desselben einen reichlichen, weißlichen Satz. Rohrzucker, Glukose, Dextrin, Glyzerin und Mannit wird von ihnen in eine dickliche Gallertmasse verwandelt, dagegen wird Fruktose nicht angegriffen.

Die irisierenden Kolonien werden von bedeutend kleineren als die eben besprochenen Bakterien gebildet, die sich auf Agar-Agar ohne Stickstoffzugabe, wie gesagt, nur sehr langsam in Gestalt einer äußerst dünnen Haut von unregelmäßigen Umrissen auf ihrem Nährboden entwickeln. Auf Agar mit Pepton und Mannit wachsen sie sehr intensiv, und zwar in Form von glänzend-gelben, flachen Kolonien, das stärkste Wachstum weisen sie aber auf Agar mit Pepton und Glukose auf. Gelatine wird von ihnen sehr schnell ver-



flüssigt. Was flüssige Nährböden anbelangt, so entwickeln sie sich am besten in Meyers Nährlösungen Nr. I, Ia, III und X. Diese Bakterien, die sich erst in Stickstoff enthaltenden Nährlösungen voll entwickeln, würden kein besonderes Interesse beanspruchen können, falls nicht die Tatsache vorläge, daß man sie in dem oben erwähnten letzten Typus von Kolonien, nämlich in dem mit gekräuselter Oberfläche, gleichzeitig mit unserem Azotobakter gefunden hätte. Diese gekräuselten Kolonien bestehen nämlich stets aus Azotobakter und den in Rede stehenden irisierenden Bakterien. Es ist gelungen, diese symbiotische Genossenschaft zu trennen und sie dann künstlich wieder zu vereinigen, wobei man den Eindruck davonstrug, als ob der Azotobakter durch die Gegenwart der irisierenden Bakterien zu intensiverer Entwicklung angespornt würde. Fig. 1 der beigegeführten Tafel zeigt in natürl. Größe die auf einer Agarplatte sich entwickelnden ursprünglichen Kolonien dieser Typen. In Fig. 2 sehen wir die künstlichen Kolonien. Davon stellen die zwei glänzenden, einander gegenüberliegenden, mit deutlich konzentrischen Schichten und mit Radien versehenen Kolonien — Azotobakterkolonien dar; neben ihnen zeigen sich — kaum sichtbar — die unregelmäßigen Konturen der irisierenden Bakterien, und schließlich sehen wir noch zwei gekräuselte Kolonien, die aus der gleichzeitigen Impfung von Azotobakter und von irisierenden Bakterien resultieren. Man kann stets ruhig behaupten, daß man in jedem Falle, wo man auf den Platten die charakteristischen, grobgekräuselten Kolonien vorfindet, auch auf die Anwesenheit des Azotobakters mit Sicherheit schließen kann. Indes bietet seine Isolierung, seine Trennung von den obengenannten Bakterien ganz bedeutende Schwierigkeiten. Je nach der Beschaffenheit des Erdbodens, den man zur Infizierung der Mannitnährlösung verwendet, ist die Züchtung von Reinkulturen des Azotobakters leichter oder schwerer. So war es z. B. schwerer, den Azotobakter aus einer ungekalkten Parzelle des Versuchsfeldes zu isolieren, weil eben neben ihm auf den Platten stets irisierende Bakterien auftraten. Entnahm man jedoch die Erde der benachbarten, gekalkten Parzelle, so genügten schon 3—4 Überimpfungen, um eine Reinkultur von Azotobakter zu erhalten. Auch in der einschlägigen Literatur finden wir Bemerkungen über die Schwierigkeiten, auf die man bei der Isolierung des Azotobakters gestoßen ist. „*Bacillus molestus*“ nennt z. B. Thiele (9) bezeichnenderweise

ein Bakterium, von dem es ihm fast niemals gelungen ist, seine Azotobakterkulturen frei zu erhalten. Ebenso hatte auch Pillai (7) seine Not mit der anfänglichen Beseitigung eines Bakteriums, das er für eine Zwischenform von *Bact. Pneumoniae* und *Aërogenes* ansieht. In Ermangelung genauerer Beschreibungen fällt es schwer, das von uns erhaltene mit dem einen oder dem anderen der erwähnten Bakterien zu indentifizieren. Eins muß jedoch hervorgehoben werden, daß nämlich Thieles Vermutung, Beijerinck hätte infolge der Schwierigkeiten bei der Isolierung des Azotobakters Versuche mit Reinkulturen unterlassen, mir doch ein wenig gewagt vorkommt, zumal die Kultur, die wir von Prof. Beijerinck erhalten haben, sich als vollständig rein erwiesen hat.

Die Azotobakterkolonien auf Agar ohne Stickstoff, die anfangs ziemlich konsistent sind, werden alsbald halbflüssig und fließen in diesem Zustande bei einer Neigung der Platte von derselben herab. Das Zentrum der Kolonie beginnt sich schnell zu trüben. Von ihm aus gehen nach der Peripherie trübe Strahlen und um dasselbe herum bilden sich konzentrische Ringe. Schließlich nehmen sie eine braune Färbung an, und zwar geschieht es rascher bei Gegenwart von Glukose als von Mannit, wie es bereits Beijerinck (1) beobachtet hat. Wir könnten hinzufügen, daß das Braunwerden der Kolonie auf den Platten desto eher eintritt, je dünner die Agarschicht ist. Ist die Mitte der Platte etwas erhaben, so zeigt sich die Bräunung am ehesten in der Mitte. Überdies scheint der Eintritt der Bräunung auch von dem Alter der Kultur abzuhängen: Kolonien, die von älteren Kulturen abstammen, bräunen sich auch umso früher. Das Erscheinen des braunen Farbstoffs in benachbarten Kolonien findet für gewöhnlich an den einander nicht zugewandten Rändern der Kolonien statt, wie aus Fig. 3 der Tafel ersichtlich, wo sich auf der Platte ältere, durch Strichimpfung übertragene Kolonien befinden. Pillai (7) ist der Ansicht, daß das Braunwerden der Azotobakterkolonien eine Folge ihrer Verunreinigung durch die Pilze *Dematium pullulans* und *Torula* sei, die man angeblich in scheinbar reinen Kulturen von Azotobakter wegen ihrer großen Ähnlichkeit mit dem letzteren leicht übersehen könnte. Kulturen, die von diesen Pilzen frei sind, sollen stets farblos bleiben. So hat sich z. B. eine von Löhnis bereits im Jahre 1904 erhaltene und noch bis heute ununterbrochen auf Agar-Mannit gezüchtete Azotobakterkultur durchaus nicht gebräunt, während der



Azotobakter in Gegenwart von *Dematium* oder *Torula* schon nach Verlauf von 8—14 Tagen eine intensiv braune Färbung annimmt. Tatsächlich erwähnt auch Beijerinck (1) das Auftreten dieser Formen in Rohkulturen neben Azotobakter; auch wir haben zwar auf unseren Platten ab und zu Torulakolonien angetroffen, da jedoch diese Organismen größer sind als der Azotobakter, so ist es schwer anzunehmen, daß niemand sie bisher in den braunen Kolonien wahrgenommen hätte, wenn sie in der Tat darin enthalten wären. Was unsere sich gleichfalls bräunenden Kolonien anbelangt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß sie rein waren.

Nach Heinze (18) soll das Braunwerden bedingt sein bald durch die Quantität und Qualität der Stickstoffverbindungen im Nährboden, bald durch die Anwesenheit von Kalk in demselben, der diese Erscheinung beschleunigen soll. An einer anderen Stelle (20) gibt jedoch Heinze an, daß der Azotobakter, von einem kalkfreien Nährboden auf einen ebensolchen übertragen, braun geworden ist, während er, von einem kalkhaltigen auf einen kalkfreien Nährboden übergeimpft, ungefärbt geblieben ist. Keding (21) hat beobachtet, daß ein 5—8% Zusatz von NaCl zur Nährsubstanz das Braunwerden verhindert.

In jungen Kolonien unseres Azotobakters sehen wir bei schwacher Vergrößerung, daß seine Zellen in Gestalt von dicken Stäbchen oder Diplokokken nebeneinanderliegen, die, ins Kondensationswasser gebracht, sich lebhaft bewegen. Am Rande der Kolonie sind die Zellen meistens dicht aneinandergedrängt, woraus hervorgeht, daß ihre Membranen nur von einer dünnen Gallerthülle umgeben sind. In diesem Stadium sehen wir den Azotobakter in Fig. 5 der Tafel. Er stellt sich in Gestalt von dicken Stäbchen mit abgerundeten Enden dar; seine Dimensionen betragen im Durchschnitt  $3-4 \mu \times 5-6 \mu$ . Neben den einzelnen Stäbchen bemerken wir eine ganze Menge von Doppelformen, der für den Azotobakter so charakteristischen Diplokokken. Der Inhalt der jungen Zellen weist keine deutliche Differenzierung auf; er färbt sich mit Methylenblau ganz gleichmäßig, ebenso mit Jod blaßgelb. Oft kann man in jungen Kulturen mehrere Zellen zu einer Kette verbunden antreffen. H. Fischer (22) hat beispielsweise eine solche aus 16 Zellen bestehende Kette beobachtet. Nach Freudenreich (8) können sich die Zellen unter dem Einfluß höherer Temperatur zu Fäden verlängern, deren Länge 10—14  $\mu$  erreicht. Ähnliche Fäden haben



auch Gerlach und Vogel (4) beobachtet. Auch wir haben Gelegenheit gehabt, dieselbe Erscheinung zu beobachten, und zwar besonders auf Agar-Glukose, wobei die Fäden bogenförmig den Rand der jungen Kolonie umfaßten, um alsdann in gesonderte Zellen auseinanderzufallen. Solche Fäden, in einen hängenden Tropfen gebracht, entwickeln sich weiter, bewegen sich, um schließlich in einfache Zellen auseinanderzufallen, wobei dieser Zerfall nicht momentan in der ganzen Länge des Fadens geschieht, sondern an den beiden Enden beginnend allmählich nach der Mitte zu fortschreitet. Besonders geneigt zur Fadenbildung zeigen sich Kulturen, die eine längere Zeit hindurch auf stickstofffreiem Agar gezüchtet wurden. Am deutlichsten wies diese Eigenschaft die uns von Prof. Beijerinck überlassene Azotobakterkultur auf. Doch nicht immer zerfallen diese Fäden in einzelne Zellen; unter gewissen Umständen werden an ihren Enden nur einige Zellen abgeschnürt, die sich immer weiter spalten, während die übrigen Fadenteile zerfließen und eingehen, wobei ihre Umrisse sich allmählich verwischen. Fig. 10, 11 und 12 zeigen eben solche verschwommene Formen, wie sie von der Platte zusammen mit der Agarschicht losgelöst, auf ein Objektivglas gebracht und mit einem Deckgläschen bedeckt worden sind. Das Präparat wurde an drei aufeinanderfolgenden Tagen photographiert. Wie aus dem Bilde ersichtlich, befindet sich in der Mitte des Fadens eine Anschwellung. Gleichzeitig sehen wir hier, wie sich die Azotobakterzellen von normaler Größe (Fig. 10) allmählich teilen und spalten, während die daraus resultierenden sekundären Zellen nicht mehr weiterwachsen (Fig. 11 u. 12). Wir hätten somit hier mit einer weitergehenden Teilung der Zellen zu tun, wobei das Wachstum der Tochterzellen verhindert wäre. Wir sind vor der Hand nicht imstande, diese Erscheinung durch den Einfluß eines einzigen Faktors zu erklären. Unser Präparat befand sich in anormalen Bedingungen: die im Agar eingebetteten Bakterien waren mit einem Deckgläschen bedeckt, dessen Ränder mit Vaseline luftdicht abgeschlossen waren. Am Zustandekommen dieser Resultate konnten somit verschiedene Faktoren mitgewirkt haben: der Mangel an Sauerstoff, der Überschuß an  $\text{CO}_2$ , vielleicht auch der Mangel an Feuchtigkeit und an Nährstoffen.

Überhaupt variiert die Form, in welcher der Azotobakter schon in den Anfangsstadien seiner Entwicklung auftreten kann, in äußerst weiten Grenzen und wird vielleicht durch verschieden kombinierte

äußere Umstände bedingt, wie durch Nährboden, Feuchtigkeitsgehalt des Mediums, Sauerstoffzutritt, Temperatur u. s. w. D ü g g e l i (23) beschreibt z. B. verschiedene Formen von Azotobakter, die er in Rohkulturen beobachtet hat je nach dem zur Impfung benutzten Erdboden, der Temperatur und dem größeren oder geringeren Sauerstoffzutritt. So nimmt beispielsweise nach D ü g g e l i ein in Erlenmeyerschen Kolben bei einer Temperatur von 20° C gezüchteter Azotobakter die Form von langgestreckten Diplokokken an; bei 30° C nimmt er eine streptokokkenartige Gestalt an, wobei die langgestreckten Zellen mit ihren längeren Rändern aneinandergereiht sind; bei 37° C besitzen die einzelnen Zellen der Kette eine sphärische Form. Schließlich kann man den Azotobakter unter den verschiedenartigsten Involutionsformen antreffen, zu denen auch die von uns beobachteten Fäden zu rechnen wären. Diese Variabilität in der Form des Azotobakters hat vielleicht Heinze (18) den Anlaß dazu gegeben, in demselben bald eine Abart der Leguminosenknöllchenbakterien zu erblicken, bald ihn der Gruppe der farblosen Cyanophyceen zuzurechnen, deren nachträgliche Färbung Heinze sogar beobachtet haben soll. Abgesehen von dem Einfluß äußerer Umstände auf die Form des Azotobakters, kann man ihre Veränderlichkeit mit fortschreitender Entwicklung an jeder Zelle beobachten.

In jungen Kolonien des Azotobakters beginnen sich bald abwechselnd dunklere und hellere konzentrische Schichten und radiale Streifen zu bilden. Das Auftreten dieser Schichten und Streifen steht im Zusammenhange mit der Bildung von Schleimhüllen seitens der Zellenmembran. Vor allem beginnen die älteren, die Mitte der Kolonie einnehmenden Zellen ihren Umfang zu verringern und eine mehr ovale Form anzunehmen. Gleichzeitig hüllen sie sich in eine dicke Schleimschicht ein, die die einzelnen Zellen auseinanderdrängt. Auf diese Weise vergrößert ein gewisser Teil von Zellen, die das Zentrum der Kolonie einnehmen, ihr Gesamtvolumen, wodurch die äußeren, jüngeren Zellen von der Mitte weggedrängt und gewissermaßen über die allerjüngsten, peripherischen geschoben werden; die auf der Oberfläche befindlichen Zellen können dagegen in Gruppen getrennt werden, zwischen die sich die zentralen, mit der Schleimhülle versehenen Zellen einschieben. Auf diese Weise erklären wir uns sowohl die Entstehung der konzentrischen Schichten, sowie der längs des Radius verlaufenden Streifen. Die am Rande



der Kolonie befindlichen Zellen behalten lange Zeit ihre ursprüngliche Form bei und liegen dicht aneinander. Bei den auf Agarmannit gezüchteten Kulturen kommt es häufiger vor, daß die von einer Gallerthülle umschlossenen Zellen bis an den Rand der Kolonie reichen; wir finden alsdann an der Peripherie lose zerstreute, kleine ovale Azotobakterzellen, während auf Agarglukose die periphere Schicht aus dicht aneinandergelagerten Zellen besteht.

Unter dem Mikroskop im optischen Durchschnitte betrachtet, erscheinen die mit Gallerte umgebenen Zellen als ob sie gallertlos wären. Auf Anwesenheit von Gallerte kann man jedoch schließen, wenn man die passiven Bewegungen der Zellen im Wasser unter dem Deckgläschen beobachtet; man sieht dann größere oder kleinere Komplexe von ihnen, die sich derart bewegen, daß die einzelnen Zellen ihre gegenseitige Lage nicht ändern. Und es genügt auch tatsächlich, unter ein Gläschen ein wenig Methylenblau einzuführen, um die zwischen den Zellen stark entwickelte Gallerte sichtbar zu machen. Die Konturen der Gallerte nehmen eine intensiv blaue Farbe an, während sich die Gallerte selbst schwach rotviolett färbt. In der Gallerte liegen eingebettet je 2—4 Zellen, von denen jede wiederum mit einer kleineren Hülle umgeben ist, die sich jedoch stärker metachromatisch färbt. Die zwei Zellen einhüllende Gallerte zerfließt später an der Grenze zwischen den Zellen und behält nur ihre Konturen auf der Verlängerung der Linie, welche die Zellen verbindet, etwas länger bei. Nach vollständigem Zerfließen der Gallerte bleibt die Zelle nur von der inneren, dünnen Gallerthülle umgeben. Fig. 6 zeigt eben einen Azotobakter in diesem Stadium der Gallertbildung (ohne Färbung), Fig. 7 einen ebensolchen mit Methylenblau gefärbt. Jetzt beginnt sich der Zelleninhalt deutlich zu differenzieren. Es zeigen sich darin kugelförmige, glänzende Körperchen, in einer Substanz suspendiert, die sich nach der Fixierung mit Formalin oder Osmiumsäure mit Hämatoxylin oder Giemza'schem Farbstoff stark färbt. Durch diesen Farbstoff werden die sphärischen Körperchen in den Zellen deutlich sichtbar; sie färben sich mit roter Farbe und geben nach H. Fischer (22) charakteristische Reaktionen des Volutins. Mit Jod färbt sich jetzt der Azotobakter intensiv braun, was nach Heinze's (18) Ansicht auf die Anwesenheit von Glykogen in demselben hinweist. Sobald die Azotobakterkolonien sich zu bräunen beginnen, treten in denselben immer zahlreichere Zellen



auf, deren Membranen sich mit den gewöhnlichen Farbstoffen intensiv färben lassen. Ihr gallertartiger Charakter bleibt erhalten, doch die Gallerte selbst wird anscheinend kompakter; bei ihrer Fixierung mittels Formalin gerinnt sie und wird an der Oberfläche uneben und rauh. Oft bleiben auch weiterhin mehrere Zellen innerhalb ihrer gemeinsamen Membranhülle miteinander in Verbindung;

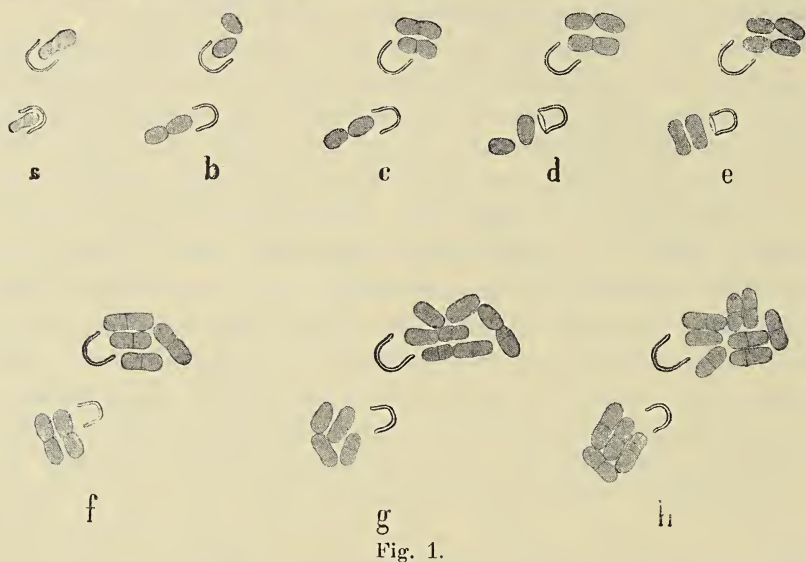


Fig. 1.

diese ist jedoch jetzt bedeutend dünner und läßt die Konturen der Bakterien deutlicher hervortreten. Dieses Stadium erinnert an die Sarcinenform und wurde als solche bereits beschrieben. Schon Beijerinck sah darin eine Dauerform des Azotobakters, welcher keine eigentlichen Sporen bildet. Viele Zellen bleiben jedoch in diesem Stadium lose nebeneinander liegen, ohne sich zu einer Sarcina zusammenzufügen, wie aus der Photographie (Fig. 8) ersichtlich ist. Unter entsprechenden Bedingungen entwickeln sich diese Zellen weiter, wobei sie aus ihren Membranen ausschlüpfen. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man etwas Material von den braunen, jedoch noch nicht eintrocknenden Kolonien auf einen neuen Nährboden überträgt. Bald kann man eine ganze Menge von leeren einzelnen oder zu mehreren miteinander verbundenen Membranhüllen beobachten; es sind dies die abgelegten Sarcinahäute. In Fig. 9 ist das Ausschlüpfen einer Azotobakterzelle aus der Membran festgehalten worden; die zweite, starkgefärbte Zelle

befindet sich im Ruhezustande. Auf der beigegeführten Figur 1 a bis h ist der ganze Keimprozeß einer Dauerform des Azotobakters dargestellt, wie er unter dem Mikroskop auf einer dünnen Agarschicht im Verlauf von  $5\frac{1}{2}$  Std. bei einer Temperatur von etwas über  $20^{\circ}\text{C}$  beobachtet worden ist.

Schließlich müssen wir hier noch bemerken, daß dasjenige, was H. Fischer (22) über die Entwicklung der Dauerformen des Azotobakters angibt, durch unsere Beobachtungen nicht bestätigt werden konnte. Nach diesem Autor entwickeln sich die Dauerzellen des Azotobakters, auf einen neuen Nährboden gebracht, weiter, ohne ihre Membranhüllen abzuwerfen.

### III. Die Stickstoffbindung und der Gaswechsel in den Azotobakterkulturen.

Wir haben schon erwähnt, daß der von uns isolierte Azotobakter sich fast gänzlich unfähig gezeigt hat, Stickstoff zu binden, während wir in Rohkulturen stets bedeutende Stickstoffzunahmen konstatieren konnten. Aus diesem Grunde haben wir uns vorgenommen, die Ursachen dieser Unterschiede näher zu ergründen und gleichzeitig die Frage der Atmung und des Stoffwechsels während des Prozesses der Stickstoffbindung ins Auge zu fassen. Diese Frage verlangte unsomehr eine eingehendere Erforschung, da die Ansichten darüber weit auseinander gingen. Beijerinck nennt unter den vom Azotobakter produzierten Gasen nur  $\text{CO}_2$ , während Stoklasa (10) außerdem noch Wasserstoff und in dem Nährboden selbst noch organische Säuren und Alkohol gefunden haben will.

Bei unseren Versuchen über die Atmungsprozesse des Azotobakters bedienten wir uns der Methode und der Apparate von Prof. Godlewski sen., die schon oftmals schätzenswerte Dienste geleistet haben. Ich will hier nicht auf die Einzelheiten dieser übrigens bekannten Methode (24) eingehen, sondern will nur bemerken, daß sie die Möglichkeit bietet, sowohl die Menge des absorbierten Sauerstoffs als auch die der ausgeschiedenen  $\text{CO}_2$  gleichzeitig zu bestimmen, und zwar dadurch, daß in den Apparat ein kleines Gefäß mit einer bestimmten Menge von  $\text{KOH}$ -Lösung gestellt wird, aus welcher alsdann  $\text{CO}_2$  als  $\text{BaCO}_3$  gefällt und gewogen wird. Da alle  $\text{CO}_2$  durch  $\text{KOH}$  absorbiert wird, läßt sich die Sauerstoffabnahme aus der Verringerung des Gesamtvolumens

der Gase im Apparat berechnen. Diese Verringerung läßt sich leicht an dem Steigen des Quecksilbers in einem seitlich am Apparat angebrachten Manometerröhrchen ablesen. Der absorbierte Sauerstoff wird durch neuen, welcher nach Bedarf durch dasselbe Röhrchen direkt aus dem Entwicklungsgefäß in den Apparat eingeleitet wird, ersetzt. Zur Darstellung des Sauerstoffs benutzten wir statt Retorten dickwandige Röhren aus schwer schmelzbarem Glas. Vor Beendigung eines jeden Versuches wurden mittels einer Quecksilberpumpe Gasproben dem Apparat entnommen, in Eudiometer übergeführt und hier genau analysiert. Die Durchführung einer vollständigen Analyse war deswegen unumgänglich notwendig, weil die Verringerung der Gasvolumina im Apparat nur dann einen genauen Maßstab für die Sauerstoffabsorption abgeben kann, wenn es zweifellos feststeht, daß die ganze ausgeschiedene  $\text{CO}_2$  vom KOH absorbiert wurde und daß außer  $\text{CO}_2$  kein anderes Gas infolge von chemisch-physiologischen Prozessen, die im Nährboden eventuell stattfinden könnten, sich entwickelt hat. In unseren Versuchen mußte aber mit der Möglichkeit der Wasserstoffbildung gerechnet werden, ferner auch damit, daß angesichts der reichlichen und raschen  $\text{CO}_2$ -Ausscheidung der Fall nicht ausgeschlossen war, daß das KOH nicht imstande war, die ganze  $\text{CO}_2$ -Menge schnell genug zu binden.

Insgesamt führten wir in diesen Apparaten 28 Versuche aus. In erster Linie beschäftigten wir uns mit den Rohkulturen.

### 1. Versuche mit Rohkulturen des Azotobaktors.

In diesen, wie in den weiteren Versuchen wurde die Nährlösung für die Azotobakterkulturen mit Leitungswasser hergestellt. Für Rohkulturen wurde dem Wasser 2% Mannit und 0.05%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  zugesetzt. Zur Impfung der Nährlösung wurden je 10 g frische Erde verwendet. Im Verlauf des Versuches wurde in den Apparat Sauerstoff eingeleitet, und zwar in dem Maße, wie er verbraucht wurde; von Zeit zu Zeit wurde auch das KOH-Gefäß ausgewechselt. Vor jedem solchen Wechsel entnahm man den Apparaten Gasproben zur Analyse und vor jedesmaliger Schließung der Apparate wurde das Gasgemisch in denselben durchgelüftet. Als Beispiel wollen wir einen Versuch eingehend besprechen; von den übrigen führen wir nur die Endergebnisse an.

Versuch I. Der Apparat, dessen Volumeninhalt 830 ccm be-



trug, wurde am 28/X 1906 zusammengestellt. Am 3., 4. und 5. November wurde in denselben Sauerstoff eingeleitet, am 6. wurde das KOH-Gefäß ausgewechselt und der ganze Apparat durchgelüftet. Später wurde das Kaligefäß noch am 10. und 21. November umgewechselt, und am 4. Dezember war der Versuch beendet. Er dauerte somit 37 Tage lang, und seinen Verlauf veranschaulichen die in Tab. II zusammengestellten Zahlen.

(Siehe Tab. II, Seite 944).

Die Ziffern dieser Tabelle geben für jede Ablesung an: das Datum und die Stunde, die Temperatur, die auf  $0^{\circ}\text{C}$ . und  $0.76\text{ m}$  Druck reduzierten Gasvolumina im Apparat, die Volumenabnahme des betreffenden Gases bis zum Augenblick der jedesmaligen Ablesung, und zwar entweder vom Anfang des Versuches oder von der letzten Sauerstoffzuleitung an gerechnet, und schließlich die Volumenabnahme der Gase, berechnet auf je eine Stunde zwischen zwei aufeinander folgenden Ablesungen, welche letztere Erscheinung annähernd als Maßstab für die Geschwindigkeit der Sauerstoffaufnahme dienen kann<sup>1)</sup>. Wenn wir diese letzten Ziffern genauer betrachten, so sehen wir, wie am Anfang des Versuches nach jedesmaliger Sauerstoffzuleitung auch die Absorption desselben allmählich steigt, um dann wieder zurückzugehen. Schon vom 7. XI. an sehen wir den gesteigerten Sauerstoffverbrauch nur unmittelbar nach seiner Zuleitung, eine weitere Steigerung ist nicht zu beobachten, sondern es folgt im Gegenteil ein schrittweiser Rückgang in seiner Aufnahme. So könnte man den Verlauf der Sauerstoffaufnahme zwischen der einen und der anderen Zuleitung desselben am Anfang des Versuches durch eine Kurve mit einem Maximum in der Mitte ausdrücken; in der zweiten Hälfte des Versuches wird das Maximum am Anfang der Kurve zu liegen kommen, in ihrem weiteren Verlauf wird sie nur noch fallen.

Um uns diesen Verlauf der Sauerstoffaufnahme zu erklären, müssen wir folgendes in Betracht ziehen. Der Sauerstoffverbrauch ist offensichtlich eine Folgeerscheinung der Atmung der Mikroorganismen, die sich in der Nährlösung entwickeln. Die Geschwindigkeit, mit welcher dieser Verbrauch stattfindet, hängt ab:

<sup>1)</sup> Wir sagen „annähernd“, weil in Wirklichkeit wegen der Wasserstoffausscheidung diese Volumenverringerung kleiner ist als das Volumen des absorbierten Sauerstoffs.

TABELLE II.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in ccm	Volumverminderung	Volumverminderung pro Stunde	Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in ccm	Volumverminderung	Volumverminderung pro Stunde
Tag	Uhr					Tag	Uhr				
28/X	12.—	17.7	732.65	—	—	7	4.45	18.1	742.19	—	—
29	3.30	18.1	732.09	0.56	0.02	"	6.—	18.7	739.34	2.85	2.28
30	11.00	17.0	728.66	3.99	0.17	8	9.15	16.8	699.51	42.68	2.61
31	1.15	18.3	725.74	6.91	0.11	"	11.30	17.3	695.41	46.78	1.82
1/XI	1.15	18.7	701.64	31.01	0.96	"	6.30	19.0	685.03	57.16	1.48
2	10.—	17.8	641.48	91.17	2.81	9	10.—	17.6	668.37	73.82	0.43
"	1.—	18.2	631.10	101.55	3.13	"	7.45	18.4	666.07	76.12	0.24
"	4.—	18.3	624.10	108.55	2.67	10	9.30	15.8	667.88	74.31	—
3	10.15	16.3	592.49	140.16	1.73	"	11.40	16.6	667.86	74.32	—
"	11.30	16.7	591.32	141.33	0.94	II Wechsel des KOH-Gefäßes					
Sauerstoff zugeführt 152.45 ccm						"	12.25	—	710.06	—	0.15
"	12.15	17.3	741.80	—	—	"	6.—	16.6	707.50	—	
"	12.45	17.1	740.49	1.31	2.62	11	10.30	15.0	706.43	—	
"	1.30	17.1	737.81	3.99	3.57	12	9.30	13.8	707.04	—	
"	3.15	16.9	729.81	11.99	6.86	13	8.20	16.4	708.18	—	
"	4.15	16.8	723.51	18.29	6.20	14	9.20	17.5	704.31	5.75	0.10
4	10.45	16.1	633.01	108.79	4.89	15	9.—	17.1	701.87	8.19	
"	12.45	16.2	626.96	114.84	3.03	16	9.15	17.6	697.60	12.46	0.18
"	3.15	16.1	618.77	123.03	3.28	17	10.30	18.7	693.75	16.31	0.15
"	3.45	16.3	617.08	124.72	3.28	18	11.45	19.3	688.21	21.85	0.22
Sauerstoff zugeführt 124.71 ccm						19	10.—	18.35	683.69	26.37	0.20
"	4.45	16.3	737.13	—	—	"	10.40	18.7	683.84	26.22	—
"	6.00	16.4	729.86	7.27	5.82	Sauerstoff zugeführt 39.60 ccm					
5	10.30	17.1	645.40	91.73	5.12	"	1.—	19.5	722.79	—	—
"	12.—	17.6	641.38	95.75	2.68	20	11.—	19.—	715.70	7.09	0.34
Sauerstoff zugeführt 101.32 ccm						21	10.30	17.85	708.29	14.50	0.32
I Wechsel des KOH-Gefäßes						III Wechsel des KOH-Gefäßes					
"	4.—	17.6	726.51	—	—	"	12.50	—	726.48	—	—
"	6.—	17.6	718.66	7.85	3.93	"	6.30	18.2	725.02	1.46	—
6	9.30	16.1	657.10	69.41	3.97	22	8.30	16.6	721.42	5.06	0.26
"	10.50	16.7	651.72	74.79	4.04	23	9.—	16.8	714.66	11.82	0.28
I Wechsel des KOH-Gefäßes						24	10.—	18.2	707.76	18.72	0.28
"	11.25	—	746.60	—	—	25	9.40	18.9	701.35	25.13	0.27
"	12.25	17.0	741.60	5.—	5.—	26	9.40	18.6	694.03	32.45	0.31
"	1.—	17.0	738.68	7.92	5.01	27	12.40	19.4	686.71	39.77	0.27
"	3.—	17.0	728.82	17.78	4.93	28	9.40	17.5	680.59	45.89	0.29
"	4.43	17.2	723.54	23.06	3.30	1/XII	11.45	18.1	656.96	69.52	0.32
7	10.05	16.9	669.20	77.40	3.11	2	3.—	17.6	646.27	80.21	0.39
"	3.20	17.6	663.58	83.02	1.07	3	11.40	18.1	638.87	87.61	0.36
Sauerstoff zugeführt 82.31 ccm						4	9.45	17.9	630.90	95.58	0.36
						"	12.15	—	630.—	96.48	—

- 1) von der Anzahl der sich in der Nährlösung entwickelnden Organismen,
- 2) von der ihnen im gegebenen Entwicklungsstadium eigentümlichen Fähigkeit einer stärkeren oder schwächeren Atmung,
- 3) von den äußeren Bedingungen, d. h.
  - a) von der Temperatur,
  - b) von der vorhandenen Menge von Atmungsmaterial.
  - c) vom partiellen Druck des Sauerstoffs.

Infolge des größeren Reichtums an Nährstoffen (Mannit) sowie des größeren Sauerstoffvorrats ging am Anfang des Versuches die Entwicklung der mit der Erde eingeführten Mikroorganismen sehr energisch vonstatten. Darum war die Anzahl dieser Mikroorganismen und somit auch ihr Bedarf an Sauerstoff in schnellem Wachstum begriffen; durch diesen Umstand läßt sich die fortschreitende, sehr erhebliche Steigerung der Geschwindigkeit der Sauerstoffaufnahme in den ersten Versuchstagen sehr leicht erklären. Der weiteren Steigerung dieser Geschwindigkeit wird durch die allmähliche Abnahme der Sauerstoffmenge im Apparat ein Ziel gesetzt. Dieser immer größer werdende Mangel an Sauerstoff verursacht wiederum seinerseits eine wachsende Schwächung der Atmungsprozesse. Wird die Ursache dieser Schwächung durch Sauerstoffzuführung aufgehoben, so kehrt die Atmungsgeschwindigkeit auf ihre frühere Höhe zurück; da aber auch die Vermehrung der Organismen weiter fortschreitet, so wächst auch die Menge des verbrauchten Sauerstoffs von neuem, bis wieder der eintretende Mangel an Sauerstoff den Verbrauch desselben herabdrückt. Solch eine allmähliche Steigerung und Verringerung des Sauerstoffverbrauchs wiederholt sich bei seiner jedesmaligen Zuführung so lange, bis die Entwicklung der Mikroorganismen ihren Höhepunkt erreicht hat. Tritt dieses ein, so hängt der weitere Verlauf der Atmungsprozesse nunmehr lediglich von dem Grade der Atmungsintensität der Mikroorganismen in dem gegebenen Entwicklungsstadium, von dem Partialdruck des Sauerstoffs und von der Menge des vorhandenen Atmungsmaterials ab. In diesem Stadium wird also der Sauerstoffverbrauch am intensivsten nach seiner jedesmaligen Einleitung in den Apparat sein, was wir auch im weiteren Verlauf des Versuches tatsächlich beobachten. Doch abgesehen davon sehen wir in den späteren Stadien auch eine immer langsamere Sauerstoffabnahme. Dieses Nachlassen der Atmungsenergie am Ende der Versuche ist



eine natürliche Folge der Erschöpfung des Atmungsmaterials, in gewisser Hinsicht hängt sie vielleicht davon ab, daß die Mikroorganismen in ihren späteren Entwicklungsstadien ihre Fähigkeit zum intensiven Atmen nach und nach verlieren.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen gehen wir zu der speziellen Erörterung der Versuchsergebnisse über.

Vor dem ersten Wechsel des KOH Gefäßes wurden am 6. XI. dem Apparat, in welchem das Gasvolumen 651.72 ccm betrug, zwei Gasproben entnommen und in Eudiometer eingeleitet. Die Analysen ergaben folgende Resultate (Tab. III).

TABELLE III.  
Reduzierte Gasvolumina in den Eudiometern.

I. Portion		II. Portion	
	im Mittel		im Mittel
23·544	—	26·537	—
23·595	23·565 ccm	26·573	26·552 ccm
23·556	—	26·546	—
Nach CO <sub>2</sub> -Absorption		Nach der Explosion mit Knallgas	
23·308	23·308 "	25·566	25·566 "
Nach O <sub>2</sub> -Absorption		Nach CO <sub>2</sub> -Absorption	
21·423	—	25·224	—
21·432	—	25·262	25·250 "
21·399	21·412 "	25·263	—
21·552	—	Nach O <sub>2</sub> -Absorption	
21·325	—	23·307	23·307 "
21·338	—		

Nach diesen Analysen bestand das Gasgemisch im Apparat aus

	I. Portion	II. Portion	im Mittel	demnach in ccm
CO <sub>2</sub>	1·091%	1·189%	1·140%	7·43
O <sub>2</sub>	8·360 "	8·579 "	8·47 "	55·20
H <sub>2</sub>	—	2·536 "	2·54 "	16·55
N <sub>2</sub>	—	—	87·85 "	572·54

Das aus KOH gefällte BaCO<sub>3</sub> enthielt 0·9891 g CO<sub>2</sub>, woraus nach Abzug der im KOH bereits gebundenen Kohlensäure auf die wäh-

rend des Versuches absorbierte  $\text{CO}_2$  0.9213 g entfällt, welche Gewichtsmenge 468.87  $\text{cm}^3$  entspricht. Dazu muß hinzugefügt werden: 7.43  $\text{cm}^3$  als das im Apparat auf Grund der Analyse gefundene  $\text{CO}_2$  Quantum und 0.91  $\text{cm}^3$  als diejenige Menge desselben, welche nach der Berechnung in der Nährlösung als absorbiert enthalten sein mußten. Auf diese Weise erhalten wir 477.21  $\text{cm}^3$   $\text{CO}_2$ , als die ganze von den Mikroorganismen ausgeschiedene  $\text{CO}_2$ -Menge, zuzüglich derjenigen, die sich im Apparat schon bei Beginn des Versuches befunden hat.

Den Mikroorganismen standen aber während dieser ersten Versuchsperiode zur Verfügung: 732.65  $\text{cm}^3$  der am Anfange des Versuches im Apparate eingeschlossenen Luft und 377.59  $\text{cm}^3$  des während des Versuches zugeleiteten Sauerstoffes.

Angenommen, daß die Luft 0.04%  $\text{CO}_2$ , 20.93%  $\text{O}_2$  und 79.03%  $\text{N}_2$  enthielt, also im ganzen aus 0.29  $\text{cm}^3$   $\text{CO}_2$ , 153.36  $\text{cm}^3$   $\text{O}_2$  und 579.00  $\text{cm}^3$   $\text{N}_2$  bestand, gestaltet sich die Bilanz des Gasaustausches im Apparate während der Zeit vom 28/X bis 6/XI folgendermaßen:

	$\text{CO}_2$ <i>ccm</i>	$\text{O}_2$ <i>ccm</i>	$\text{H}_2$ <i>ccm</i>	$\text{N}_2$ <i>ccm</i>	Zusammen <i>ccm</i>
Es wurde den Organismen geboten:	0.29	530.93	—	579.00	1110.22
Gefunden am 6/XI:	477.21	55.20	16.55	572.54	1121.22
Differenzen	+ 476.92	— 475.73	+ 16.55	— 6.46	+ 11.28

Diese Zahlen besagen, daß die betreffende Kultur 476.92  $\text{cm}^3$   $\text{CO}_2$  und 16.55  $\text{cm}^3$  Wasserstoff ausgeschieden, dagegen 475.73  $\text{cm}^3$  Sauerstoff verbraucht und 6.46  $\text{cm}^3$  Stickstoff gebunden hat. Nach Einstellung eines neuen KOH-Gefäßes wurde der Apparat geschlossen und zum zweitenmale am 10. XI geöffnet. In dieser Zeit wurde nur ein einziges Mal Sauerstoff eingeleitet, und zwar in einem Quantum von 82.31  $\text{cm}^3$ . Das Luftvolumen in dem neuerdings zusammengestellten Apparat betrug 746.60  $\text{cm}^3$ , am 10. XI dagegen 667.87  $\text{cm}^3$ . Die Ergebnisse der Analysen der Gasproben, die dem Apparat vor dem abermaligen Wechsel des Kaligefäßes entnommen waren, stellen wir in Tab. IV zusammen, wobei alle Ablesungen der Gasvolumina in den Eudiometern die in größeren Zeitabständen stattfanden, angegeben sind, um so einen Maßstab für die Genauigkeit der Analysen selbst zu geben.

TABELLE IV.

Reduzierte Gasvolumina in den Eudiometern.

I. Portion		II. Portion	
	Mittelzahlen		Mittelzahlen
11·123	—	24·243	—
11·094	—	24·201	—
11·110	—	24·168	24·197 <i>ccm</i>
11·079	11·100 <i>ccm</i>	24·167	—
11·094	—	24·207	—
11·099	—		
Nach Explosion mit Knallgas		Nach O <sub>2</sub> -Zugabe	
10·867	—	32·626	—
10·865	—	32·634	32·647 <i>ccm</i>
10·865	10·866 <i>ccm</i>	32·681	—
10·866	—	Nach Explosion	
Nach O <sub>2</sub> -Zugabe		28·583	—
16·951	—	28·622	—
16·938	16·942 <i>ccm</i>	28·598	28·604 <i>ccm</i>
16·938	—	28·611	—
Nach Explosion mit Knallgas		Nach CO <sub>2</sub> -Absorption	
15·288	—	28·427	—
15·325	15·302 <i>ccm</i>	28·447	28·439 <i>ccm</i>
15·293	—	28·444	—
Nach CO <sub>2</sub> -Absorption			
15·263	—		
15·207	—		
15·208	15·226 <i>ccm</i>		
15·225	—		
Nach O <sub>2</sub> -Absorption			
9·744	—		
9·772	—		
9·752	9·765 <i>ccm</i>		
9·790	—		



Aus der Analyse der ersten Probe ersieht man, daß sich das Gasvolumen im Eudiometer nach der Explosion etwas verringert hat; nach Einleitung von Sauerstoff in das Eudiometer und einer abermaligen Explosion war die Abnahme größer; somit war die Sauerstoffmenge im Eudiometer nicht hinreichend für die vollständige Verbrennung des Wasserstoffs und nach der ersten Explosion ist von Sauerstoff nichts mehr übriggeblieben. Da nun 6.076 *ccm* desselben in das Eudiometer eingeführt wurden, wovon 0.547 *ccm* auf die Verbrennung des Wasserstoffs verwendet worden sind, so mußten noch 5.529 *ccm* O<sub>2</sub> verblieben sein. Nach Einführung von Pyrogallol betrug aber die Volumenabnahme nur 5.447 *ccm*, was vielleicht durch die bekannte Ausscheidung von geringen Mengen von CO bei der Sauerstoffabsorption durch Pyrogallol zu erklären ist. In Anbetracht dessen würde sich der tatsächliche Analysenfehler auf 0.03 reduzieren; rechnen wir diesen Fehler auf das ganze im Apparat befindliche Gasvolumen um, so erhalten wir zirka 1 *ccm*, woraus hervorgeht, daß die im Apparat gefundene Stickstoffabnahme, welche die Menge von 1 *ccm* bedeutend überschreitet, außerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler liegt.

Wenn wir unseren Berechnungen die Durchschnittszahlen der einzelnen Ablesungen der Gasvolumina in den Eudiometern zu grunde legen, so erhalten wir für die Zusammensetzung der Luft im Apparat folgende Ziffern.

	I. Portion	II. Portion	im Mittel
CO <sub>2</sub>	0.820%	0.678%	0.749%
O <sub>2</sub>	0.697 „	—	0.697 „
H <sub>2</sub>	11.245 „	11.142 „	11.194 „
N <sub>2</sub>	87.238 „	—	87.360 „

Daraus berechnen sich die in den 667.87 *ccm* enthaltenen Mengen der einzelnen Gase, die sich im Apparat im Augenblick der Probenahme befanden, wie folgt:

CO <sub>2</sub> — 5.00 <i>ccm</i>	H <sub>2</sub> — 74.76 <i>ccm</i>
O <sub>2</sub> — 4.66 „	N <sub>2</sub> — 583.45 „

Im Kaligefäß wurden 291.50 *ccm* und in der Nährlösung 0.67 *ccm* CO<sub>2</sub> gefunden.

Die Zusammenstellung der Luftbestandteile nach der Schließung des Apparates am 6. XI und der am 10. XI erhaltenen Analyseergebnisse weist folgende Differenzen auf:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
vom 6. XI. wurden den				
Organismen geliefert:	ccm 0·30	238·57	—	591·40
am 10. XI. gefunden:	„ 297·17	4·66	74·76	583·45
Änderungen während				
des Versuches ±	+ 296·87	— 233·91	+ 74·76	— 7·95

In der zweiten Versuchsperiode wurden also auf 233·91 *ccm* verbrauchten Sauerstoff 296·87 *ccm* CO<sub>2</sub> und 74·76 *ccm* Wasserstoff ausgeschieden; die Abnahme des Stickstoffs in der Luft betrug 7·95 *ccm*.

Das Gasvolumen in dem am 10. XI. zum dritten Male zusammengestellten Apparat belief sich auf 710·06 *ccm*, am Ende des Versuches am 21. XI. 707·80 *ccm*. Während dieser Zeit wurden dem Apparat nur 39·60 *ccm* Sauerstoff zugeführt. Die Zusammensetzung der Gase vor der am 21. XI. erfolgten Öffnung des Apparates war die folgende:

	I. Portion	II. Portion	im Mittel
CO <sub>2</sub>	0·552%	0·693%	0·623%
O <sub>2</sub>	17·100 „	16·200 „	16·650 „
H <sub>2</sub>	3·217 „	3·281 „	3·248 „
N <sub>2</sub>	79·131 „	79·826 „	79·479 „

Im Kaligefäß und in der Nährlösung wurden 68·89 *ccm* CO<sub>2</sub> gefunden. Der Vergleich der Volumina der Bestandteile am Anfang und am Ende dieser dritten Versuchsperiode zeigt folgende Änderungen ihrer Mengen:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Zu Anfang am 10/XI.	0·28	188·22	—	561·16 <i>ccm</i>
Gefunden am 21/XI.	73·30	117·85	22·99	562·55 „
Änderung: . . . .	+ 73·02	— 70·37	+ 22·99	+ 1·39 „

Selbstverständlich beruht die Stickstoffzunahme von 1·39 *ccm* im Apparat auf einem analytischen Fehler. Im Verlauf dieser 11 Tage hat, wie wir sehen, die Wasserstoffausscheidung nicht nachgelassen, während die Sauerstoffaufnahme bedeutend zurückgegangen ist.

Als der Apparat am 21/XI. zum vierten Male zusammengesetzt wurde, enthielt er 726·48 *ccm* Luft, die sich bis zum endgültigen Abschluß des Versuches auf 630·00 *ccm* reduziert haben. Sauerstoff

wurde nicht mehr zugeleitet. Die Analyse der vor der endgültigen Öffnung des Apparates entnommenen Luft ergab folgende Zusammensetzung:

CO <sub>2</sub> -- 0.894%	H <sub>2</sub> — 0.951%
O <sub>2</sub> — 6.951 „	N <sub>2</sub> — 91.204 „

Im Kaligefäß, sowie in der Nährlösung waren 106.59 *ccm* CO<sub>2</sub> enthalten. Die Änderungen in den Mengen der Luftbestandteile in dieser Versuchsperiode waren folgende:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
am Anfang am 21/XI.	0.29	152.05	—	574.14 <i>ccm</i>
am Ende am 4/XII. .	112.22	43.79	5.99	574.59 „
eingetr. Änderungen ±	+111.93	-108.26	+5.99	+0.45 „

Wiederum ist also eine Abnahme des Stickstoffs nicht zu verzeichnen, Wasserstoff wird auch weiterhin, wenn auch in schwächerem Grade, ausgeschieden, an Sauerstoff wurden noch 108.26 *ccm* verbraucht, an CO<sub>2</sub> 111.93 *ccm* ausgeschieden. Wenn wir nun die Zu- und Abnahmen der Gasmengen während dieser vier Versuchsperioden zusammenstellen, so erhalten wir:

Dauer der einzelnen Phasen des Versuches	CO <sub>2</sub> -Ausscheidung in <i>ccm</i>	Sauerstoff-Absorption in <i>ccm</i>	Wasserstoff-Ausscheidung in <i>ccm</i>	Wechsel des N <sub>2</sub> -Gehaltes in <i>ccm</i>	Der Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
9 Tage	476.92	475.73	16.55	— 6.46	1.00
4 „	296.87	233.91	74.76	— 7.95	1.27
11 „	73.02	70.37	23.99	+ 1.39	1.03
13 „	111.93	108.26	5.99	+ 0.45	1.03
37 „	958.74	888.27	120.29	— 12.57	1.08

Der gesamte Verbrauch des Luftstickstoffs im Apparat beträgt demnach 12.57 *ccm*. Da nun nach Beendigung des Versuches in der Nährlösung insgesamt 26.18 *mg* N<sub>2</sub> gefunden wurden, so erhalten wir nach Abzug des mit ihren Bestandteilen und mit der Erde in die Nährlösung eingeführten Stickstoffs in der Gesamtmenge von 9.31 *mg* als reinen Gewinn 16.87 *mg* = 14 *ccm*.



In ähnlicher Weise wurden auch die folgenden Versuche ausgeführt: doch beschränken wir uns bei ihrer Besprechung nur auf die Angabe der Hauptergebnisse.

Versuch II. Am 4. III. 1906 wurde der Apparat mit 100 *ccm* Nährlösung, welche 2% Mannit und 0.05%  $K_2HPO_4$  enthielt, zusammengestellt. Zur Infektion derselben wurden 10 *g* frische Erde verwandt. Das Gasvolumen im fertigen Apparat betrug 830.40 *ccm*. Der Versuch dauerte 10 Tage, während dieser Zeit wurde Sauerstoff 5 mal in einer Gesamtmenge von 512.23 *ccm* zugeleitet. Das Kaligefäß wurde nicht gewechselt.

Das Gasvolumen im Apparat am Ende des Versuches betrug 778.33 *ccm*; die Zusammensetzung der Gase war die folgende:

$CO_2$ — 5.44%	$H_2$ — 11.14%
$O_2$ — 0.51 „	$N_2$ — 82.91 „

Im Kaligefäß waren 628.04 *ccm*, in der Nährlösung 4.26 *ccm*  $CO_2$  absorbiert.

Auf Grund dieser Resultate stellt sich die Verschiebung der Gasmengen in diesem Versuche folgendermaßen dar:

	$CO_2$	$O_2$	$H_2$	$N_2$
Die Bakterien erhielten . . . .	0.33	686.03	—	656.17 <i>ccm</i>
am Schluß wurden gefunden . . .	674.64	3.97	86.71	645.31 „
Änderungen während des Versuchs	+ 674.31	— 682.06	+ 86.71	— 10.86 „

Die Stickstoffzunahme in der Nährlösung betrug 15.15 *mg* = 12.12 *ccm*, der Quotient  $\frac{CO_2}{O_2} = 0.99$ .

Versuch III. Am 28/X. 1906 wurde der Apparat mit 100 *ccm* 2%-iger Mannitnährlösung zusammengestellt, die mit 10 *g* frischer Erde infiziert wurde. Während der 37-tägigen Versuchsdauer wurde das Kaligefäß dreimal gewechselt und 6 mal Sauerstoff zugeleitet. Für die erste Periode dieses Versuches vom 28/X. bis zum 3/XI. betrug das Anfangsvolumen der Gase im Apparat 834.33 *ccm*, das Endvolumen vor dem Wechsel des Kaligefäßes 690.41 *ccm*. Bei der Öffnung des Apparates war die Zusammensetzung der darin befindlichen Gase die folgende:

CO<sub>2</sub> — 0·426%H<sub>2</sub> — 0·373%O<sub>2</sub> — 4·042 „N<sub>2</sub> — 95·159 „

Im Kaligefäß fand man 146·80 *ccm.* in der Nährlösung 0·36 *ccm* CO<sub>2</sub>.

Der Gasaustausch für diese Zeit stellt sich folgendermaßen dar:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Ursprüngl. befanden sich im Apparat:	0·33	174·63	—	659·37 <i>ccm</i>
Vor dem Wechsel des Gefäßes fand man: . . . .	150·10	27·90	2·57	656·85 „
Differenz ± . . .	+ 149·77	— 146·73	+ 2·57	— 2·52 <i>ccm</i>

Der Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1·02$ .

Für die zweite Versuchsperiode vom 3/XI bis 10/XI betrug das Anfangsvolumen der Gase im Apparat 835·88 *ccm.*, das Endvolumen 745·63 *ccm.* Während dieser Zeit wurde dreimal Sauerstoff in einer Gesamtmenge von 367·50 *ccm* eingeleitet.

Die Analysen der Gasproben, die dem Apparat vor dem neuen Wechsel des Kaligefäßes entnommen wurden, ergaben folgende Resultate:

I. Portion	II. Portion	im Mittel
CO <sub>2</sub> — 0·642%	CO <sub>2</sub> — 0·568%	CO <sub>2</sub> — 0·605%
O <sub>2</sub> — 0·0 „	O <sub>2</sub> — 0·0 „	O <sub>2</sub> — 0·0 „
H <sub>2</sub> — 10·378 „	H <sub>2</sub> — 10·514 „	H <sub>2</sub> — 10·446 „
N <sub>2</sub> — 88·980 „	N <sub>2</sub> — 88·918 „	N <sub>2</sub> — 88·949 „

Im Kaligefäß waren 622·79 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert, in der Nährlösung 0·49 *ccm* CO<sub>2</sub> gelöst.

Die Bilanz des Gaswechsels wird also in dieser zweiten Periode folgendermaßen aussehen:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Der Apparat enthielt ursprünglich mit Berücksichtigung des zugeleiteten Sauerstoffs:	0·33	542·45	—	660·60
am 10/XI. wurde gefunden	627·79	—	77·89	663·23
Differenz ± . . . . .	+ 627·46	— 542·45	+ 77·89	+ 2·63

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, ist in dieser Periode die Stickstoffmenge im Apparat gestiegen. Dies läßt sich dadurch erklären, daß man beim Umwechseln des Kaligefäßes vergessen hat, den Apparat durchzulüften und auf diese Weise in denselben mehr Stickstoff eingeschlossen hat, als sich davon normalerweise in der atmosphärischen Luft befindet. Diese Tatsache ist in den Analysenergebnissen sofort zur Geltung gekommen, denn an Stelle der erhofften Stickstoffabnahme müssen wir eine Zunahme desselben von zirka 3 *ccm* konstatieren, eine Erscheinung, die nicht mehr in den Grenzen der zulässigen analytischen Fehler liegt.

Für unsere dritte Versuchsperiode vom 10/XI. bis zum 21/XI. betrug das Anfangsvolumen der Gase im Apparat 815·75 *ccm*, das Endvolumen 749·77 *ccm*. An Sauerstoff wurden in dieser Zeit zugeleitet 376·58 *ccm*.

Die Analysen der Gasproben, die dem Apparat vor dem Wechsel des Kaligefäßes entnommen wurden, zeigten folgende Zusammensetzung des Gasgemisches:

	I. Portion	II. Portion	im Mittel
CO <sub>2</sub>	0·755%	0·860%	0·808%
O <sub>2</sub>	14·232 "	14·079 "	14·156 "
H <sub>2</sub>	0·048 "	0·048 "	0·048 "
N <sub>2</sub>	84·965 "	85·013 "	84·989 "

Im Kaligefäß waren 329·21 *ccm*, in der Nährlösung 0·64 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert.

Die Bilanz des Gaswechsels in der dritten Periode wird also folgende sein:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Die Organismen haben erhalten: . . . . .	0·33	547·32	—	644·69
Es verblieb am 21/XI.: .	335·91	106·42	0·08	637·22
Differenz ± . . . . .	+ 335·58	— 440·90	+ 0·08	— 7·47

Schießlich waren in der letzten Periode des Versuches am 21/XI. im Apparat 823·51 *ccm* Luft eingeschlossen, deren Volumen nach beendetem Versuch am 4/XII. — 717·87 *ccm* betrug. Sauerstoff wurde in dieser Zeit nicht mehr zugeleitet.

Nach Beendigung des Versuches hat die Analyse der im Apparat befindlichen Gase folgende Zusammensetzung derselben ergeben:



CO<sub>2</sub> — 0·954%      H<sub>2</sub> — — „  
O<sub>2</sub> — 8·241 „      N<sub>2</sub> — 90·805 „

In dem Kaligefäß wurden 104·57 *ccm*, in der Nährlösung 0·71 *ccm* CO<sub>2</sub> gelöst gefunden. Darauf wird sich die Bilanz des Gaswechsels im Apparat folgendermaßen gestalten:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
am 21/XII. waren vorhanden:	0·33	172·36	—	650·82
„ 4/XII. wurde gefunden:	112·13	59·16	—	651·86
Eingetretene Änderungen ±	+ 111·80	— 113·20	—	+ 1·04

Wir wollen nunmehr die Resultate der Untersuchungen über den Gaswechsel in allen vier Versuchsperioden zusammenstellen:

Periode	Ausgeschiedenes CO <sub>2</sub>	Verbrauchter O <sub>2</sub>	Ausgeschiedener H <sub>2</sub>	Zu-, resp. Abnahme von N <sub>2</sub>	Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$
I. 6 Tage	149·77	146·73	2·57	— 2·52	1·02
II. 7 „	627·46	542·45	77·89	+ 2·63 (?)	1·16
III. 11 „	335·58	440·90	0·08	— 7·47	0·76
IV. 13 „	111·80	113·20	—	+ 1·04	0·98
37 Tage	1224·61	1243·28	80·54	— 6·32	0·99

Der Gesamtverlust der Luft im Apparat an Stickstoff beträgt demnach 6·32 *ccm*, während in der Nährlösung an gebundenem Stickstoff 16·24 *mg* = 13 *ccm* gefunden wurden. Diese bedeutende Differenz findet, wie oben gesagt, darin ihre Erklärung, daß wir vergessen haben, den Apparat beim ersten Wechsel des Kaligefäßes zu lüften.

Schließlich zeigen die Resultate der drei Versuche dieser Serie, wie groß der Zuwachs an Stickstoff in den Rohkulturen sein kann; dabei stellen sie aber auch fest, daß dieser Zuwachs auf die Bindung des freien Luftstickstoffs zurückzuführen ist. Diese Bindung wird in Rohkulturen stets begleitet von einer Wasserstoffausscheidung, die wiederum auf die in der Kultur stattfindende Buttersäuregärung zurückzuführen ist. Nachdem die Apparate auseinandergenommen waren, reagierten die Nährlösungen stets sauer und wiesen einen deutlichen Geruch nach Buttersäure auf. Der ausgeschiedene

Wasserstoff verdeckt allerdings bis zu einem gewissen Grade die Sauerstoffabnahme, auf welche aus der Verringerung des Gasvolumens im Apparate geschlossen wird; auf die endgültigen Bilanzen der Gase hat er jedoch keinen Einfluß, da diese auf Grund der Zusammensetzung der Gasgemische am Anfang und am Ende der Untersuchungen aufgestellt werden.

## 2. Versuche mit Reinkulturen bei Gegenwart von pasteurisierter Erde.

Da in Rohkulturen bekanntlich neben dem Azotobakter und den Bakterien der Buttersäuregärung eine ganze Reihe anderer Mikroorganismen vegetiert, so wurden zwecks Feststellung ihrer Anteilnahme an dem Prozesse der Stickstoffbindung die beiden nachfolgenden Versuche angestellt. Zur Infizierung der Nährlösung wurde pasteurisierte, d. h. keine zur Sporenbildung unfähigen Organismen enthaltende Erde verwendet. Da während der Pasteurisation auch der Azotobakter vernichtet wurde, so wurde er besonders einer Reinkultur entnommen und in die Nährlösung eingeführt.

Versuch IV. In den 770·94 *ccm* fassenden Apparat wurden 100 *ccm* 2%-iger Mannitnährlösung nebst 0·05%  $K_2HPO_4$  eingebracht. Zur Infizierung der Nährlösung wurde 1 *g* pasteurisierte Erde und Azotobakter von 9-tägiger Agarplatte verwendet. Der Versuch dauerte 20 Tage, während welcher Zeit 9 mal frischer Sauerstoff dem Apparat zugeführt, das Kaligefäßchen jedoch nicht umgewechselt wurde. Nach Beendigung des Versuchs zeigte die Nährlösung genau wie bei Rohkulturen saure Reaktion und den Geruch nach Buttersäure. In Tab. V gebe ich den Gang des Versuches an, und zwar in derselben Weise, wie beim ersten Versuch mit der Rohkultur.

(Siehe Tab. V, Seite 957).

Zwei Gasproben, dem Apparat vor seiner Auseinandernahme entnommen, zeigten folgende Zusammensetzung:

	I. Portion	II. Portion	im Mittel
CO <sub>2</sub>	13·536%	13·415%	13·476%
O <sub>2</sub>	0·098 "	— "	0·049 "
H <sub>2</sub>	0·776 "	1·067 "	0·922 "
N <sub>2</sub>	85·590 "	85·518 "	85·553 "

TABELLE V.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparat in <i>ccm</i>	Gasvolumverminderung im Apparat in <i>ccm</i>	Volumverminderung pro Stunde	Datum		t°	Luftvolumen im Apparat in <i>ccm</i>	Gasvolumverminderung im Apparat in <i>ccm</i>	Volumverminderung pro Stunde
Tag	Uhr					Tag	Uhr				
22/XII	5:30	15.5	770.94	—	—	5/I	1:23	17.6	750.81	—	—
23	2:—	15.1	770.64	0.30	0.01	"	3:35	17.8	740.18	10.63	4.72
"	6:30	16.3	771.35	+0.41	—	6	10:50	16.2	652.74	98.07	9.50
25	4:15	11.6	762.80	8.14	0.16	"	12:—	17.0	651.60	99.21	0.97
29	1:30	16.9	738.67	32.27	0.26	Sauerstoff zugeführt 107.96 <i>ccm</i>					
30	7:—	17.0	674.74	96.20	2.17	"	1:20	17.5	756.65	—	—
31	12:—	18.7	631.01	139.93	2.57	"	3:20	16.9	754.47	5.18	2.59
Sauerstoff zugeführt 111.08 <i>ccm</i>						7	10:45	16.6	696.60	60.05	2.83
"	1:30	19.4	736.63	—	—	"	12:25	18.3	693.47	63.18	1.88
"	3:40	18.5	727.01	9.62	4.44	Sauerstoff zugeführt 58.11 <i>ccm</i>					
1/I	1:15	14.3	632.50	104.13	2.99	"	1:30	18.2	748.46	—	—
2	10:30	13.3	607.54	129.09	1.17	"	3:50	17.7	740.70	7.76	3.33
"	12:—	14.2	607.71	128.92	—	8	10:40	17.5	693.13	55.33	2.53
Sauerstoff zugeführt 151.07 <i>ccm</i>						"	11:45	17.8	691.85	56.61	1.18
"	1:15	14.9	754.70	—	—	Sauerstoff zugeführt 64.75 <i>ccm</i>					
"	4:—	15.0	743.47	11.23	4.08	"	1:20	18.2	751.84	—	—
3	11:—	15.1	653.84	100.86	4.72	"	4:50	17.8	742.31	9.53	3.43
"	12:—	16.8	650.57	104.13	3.27	"	11:30	18.2	702.26	49.58	2.06
Sauerstoff zugeführt 95.51 <i>ccm</i>						"	2:55	18.0	698.89	52.95	0.99
"	1:25	17.9	739.94	—	—	"	4:30	17.9	697.87	53.97	0.64
"	4:10	18.0	726.15	13.79	5.02	Sauerstoff zugeführt 60.96 <i>ccm</i>					
4	10:20	15.4	620.14	119.80	5.84	"	5:50	18.1	756.23	—	—
"	12:20	17.3	616.26	123.68	1.94	10	11:—	17.3	717.58	38.65	2.25
Sauerstoff zugeführt 131.03 <i>ccm</i>						"	3:5	16.9	713.19	43.04	1.08
"	1:36	17.7	741.34	—	—	11	10:45	15.9	707.13	49.10	0.31
"	3:36	17.9	730.40	10.94	5.47	12:45 Versuch abgeschlossen.					
5	10:15	15.7	624.25	117.09	5.69						
"	11:55	16.9	621.16	120.18	1.85						
Sauerstoff zugeführt 136.01 <i>ccm</i>											



An  $\text{CO}_2$  wurden im Kaligefaß 645·44 *ccm*, in der Nährlösung 11·82 *ccm* gefunden. Sauerstoff wurde im Verlauf der Untersuchung in den Apparat 916·48 *ccm* eingeführt.

Die Bilanz des Gaswechsels stellt sich folgendermaßen dar:

	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$	Zusammen
Eingeführt . .	0·31	1077·85	—	609·31	1687·47 <i>ccm</i>
Gefunden . .	752·55	0·35	6·52	604·97	1364·39 „
Differenz $\pm$ .	+752·24	—1077·50	+6·52	—4·34	—323·08 <i>ccm</i>

In der Kultur wurden 5·9 *mg* = 4·07 *ccm* Stickstoff gefunden.

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0·70.$$

Versuch V. In den Apparat wurden 150 *ccm* Mannitnährlösung (2% Mannit, 0·1%  $\text{CaCO}_3$  und 0·05%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) eingeführt, zu ihrer Infizierung wurden 3 *g* pasteurisierte Erde und eine reine Azotobakterkultur genommen. Der Versuch dauerte 25 Tage lang. Das im Apparat eingeschlossene Gasvolum betrug am Anfang 742·03 *ccm*, am Ende des Versuchs 714·07 *ccm*. An Sauerstoff wurden in den Apparat 399·13 *ccm* eingeleitet. Am Ende des Versuches war das Gasgemisch im Apparat folgendermaßen zusammengesetzt:

$\text{CO}_2$ —	0·367%	$\text{H}_2$ —	1·157%
$\text{O}_2$ —	17·564 „	$\text{N}_2$ —	80·912 „

Im KOH-Gefaß wurden 523·93 *ccm*, in der Nährlösung 0·44 *ccm* gebundene  $\text{CO}_2$  gefunden. Somit wird die Bilanz des Gaswechsels bei diesem Versuche folgenderweise ausfallen:

	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$
Eingeführt . . . . .	0·30	554·43	—	586·43
Gefunden . . . . .	526·99	125·42	8·26	577·77
Differenz $\pm$ . . . . .	+526·69	—429·01	+8·26	—8·66

In der Nährlösung wurden an gebundenem Stickstoff 13·56 *mg* = 10·85 *ccm*. gefunden. Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1·23$ .

Aus diesen beiden Versuchen würde hervorgehen, daß, wenn man neben Azotobakter in die Nährlösung pasteurisierte Erde einführt, d. h. wenn man aus der Kultur andere Bakterien, die keine Sporen bilden, entfernt, man auch in diesem Falle ebensogroße Stickstoffzuwächse erhält wie in Rohkulturen. Hier wie dort be-

obachtet man Wasserstoffausscheidung. In dem letzteren Versuche beobachten wir jedoch trotz eines geringeren Sauerstoffverbrauchs eine viel energischere Stickstoffbindung als im vorhergehenden, wozu viele aus der Zusammensetzung der Nährlösung resultierende Ursachen beitragen könnten. Im letzten Versuche wurde zur Infizierung der Nährlösung etwas mehr Erde verwendet und in dieselbe überdies noch 0.15 g  $\text{CaCO}_3$  eingeführt. Es würde sich also in erster Linie die Frage ergeben, ob hier nicht die größere Menge der verwendeten Erde eine Rolle gespielt habe.

### 3. Versuche mit Rohkulturen ohne Erdezusatz.

In dieser Versuchsserie wurde die Infizierung der Nährlösung nicht mit Erde, sondern mit einem winzigen Teil der Haut vorgenommen, die sich bei der Entwicklung der Organismen auf der Oberfläche des mit frischer Erde geimpften Nährbodens bildet.

Versuch VI und VII. Es wurden gleichzeitig zwei Apparate zusammengestellt, welche 839.58, resp. 742.05 ccm Luft faßten. In beiden Apparaten befanden sich je 100 ccm Nährlösung, welche 2% Mannit, sowie 0.05%  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  enthielt. Diese Nährlösungen wurden mit der Haut einer Rohkultur infiziert. Der Verlauf der Versuche ist aus Tab. VI ersichtlich.

(Siehe Tab. VI, Seite 960).

Aus dieser Tabelle ersehen wir, wie schwach überhaupt der Verlauf der Atmung in beiden Versuchen gewesen ist. Im Verlauf von 19 Tagen wurden dem Apparat I (Vers. VI) kaum 66.71 ccm, dem zweiten 242.54 ccm Sauerstoff zugeführt. Als nach Verlauf von 19 Tagen die Apparate auseinandergenommen wurden, betrugen die in ihnen befindlichen Gasvolumina 839.48, bzw. 644.56 ccm. Die den Apparaten unmittelbar vor Beendigung der Versuche entnommenen Gasproben zeigten folgende Zusammensetzung:

	Vers. VI	Vers. VII
$\text{CO}_2$	0.666%	0.777%
$\text{O}_2$	14.666 "	7.764 "
$\text{H}_2$	5.268 "	0.587 "
$\text{N}_2$	79.400 "	90.872 "

Im Kaligefäß und in der Nährlösung wurden im ersten Apparat 217.21 ccm, im zweiten 365.01 ccm  $\text{CO}_2$  gefunden.

TABELLE VI.

Datum		t°	Versuch VI			Versuch VII		
			Luftvolumen im Apparate in <i>cem</i>	Gasvolumver- minderung im Apparate in <i>cem</i>	Volumvermin- derung pro Stunde	Luftvolumen im Apparate in <i>cem</i>	Gasvolumver- minderung im Apparate in <i>cem</i>	Volumvermin- derung pro Stunde
28/1	1-30	17-95	839.58	—	—	742.05	—	—
1/11	9-—	16-2	822.59	16.99	0.19	733.41	8.64	0.09
2	3-15	17-55	817.14	22.44	0.18	728.35	13.70	0.17
3	4-20	16-8	812.59	26.99	0.18	721.56	20.49	0.27
4	9-55	16-5	809.37	30.21	0.18	712.00	30.05	0.54
5	9-40	16-9	804.86	34.72	0.19	693.24	48.81	0.79
6	11-—	16-8	799.91	39.67	0.19	670.73	71.32	0.88
7	9-40	16-0	793.53	46.05	0.28	650.76	91.29	0.88
8	10-45	13-5	789.62	49.96	0.16	633.17	108.88	0.73
"	1-—	15-0	790.35	49.23	—	632.14	109.61	0.32
Sauerstoff zugeführt 66.71 <i>cem</i>								
"	3-45	14-6	836.65	—	—	747.46	—	—
9	11-30	13-8	853.17	3.48	0.17	718.39	29.07	1.47
10	4-35	14-7	851.23	5.42	0.07	680.60	66.86	1.30
13	12-—	16-9	846.24	10.41	0.07	620.87	126.59	0.88
Sauerstoff zugeführt 124.08 <i>cem</i>								
15	10-10	13-7	841.49	15.16	0.10	676.15	—	—
16	9-25	12-6	839.78	16.87	0.07	646.35	29.80	1.28
"	11-30	15-4	839.48	17.17	0.14	644.56	31.59	0.90



Die Bilanz der Gasänderung in beiden Apparaten wird also die folgende sein:

Versuch VI	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparat wurden zugeführt . . . .	0·34	242·43	—	663·52 <i>ccm</i>
Am Ende des Versuchs wurden gefunden .	217·21	123·10	44·22	666·43 „
Die Differenzen be- trugen ± . . .	+ 216·87	— 119·33	+ 44·22	+ 2·91 <i>ccm</i>
Versuch VII	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparat wurden zugeführt . . . .	0·30	397·85	—	586·44 <i>ccm</i>
Am Ende des Versuchs wurden gefunden .	365·01	51·05	3·78	584·19 „
Die Differenzen betru- gen ± . . . .	+ 364·71	— 346·80	+ 3·78	— 2·25 <i>ccm</i>

Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  für Apparat I — 1·81, für II — 1·05.

Die in den Kulturen gefundenen Stickstoffzuwächse betragen im Apparat I — 2·87 *mg*, im Apparat II — 4·76 *mg*.

In diesen beiden Versuchen waren die Stickstoffzuwächse unvergleichlich geringer, als in den Versuchen der ersten Serien, wo zur Infizierung der Nährlösungen Erde verwendet wurde. Da nun hier die Nährlösungen mit den Mikroorganismen der Haut infiziert wurden, die sich auf mit frischer Erde infizierten Nährlösungen gebildet hatte, so erscheint es wenig wahrscheinlich, daß der Grund für die Differenzen zwischen den Versuchsergebnissen dieser und der ersten Serie in der Qualität der sich hier wie dort entwickelnden Organismen liegen sollte, vielmehr müßte sie in der Zusammensetzung des Nährbodens zu suchen sein. Das hier der Nährlösung zugesetzte CaCO<sub>3</sub> scheint keine ausschlaggebende Rolle gespielt zu haben. In der ersten Versuchsserie wurde es gar nicht zugesetzt und trotzdem waren die Stickstoffzuwächse groß, in der zweiten Serie waren die Zuwächse ob mit oder ohne CaCO<sub>3</sub>-Zusatz die gleichen, endlich finden wir in der letzten Serie trotz Zugabe von CaCO<sub>3</sub> die Stickstoffzuwächse gering. Andererseits unterscheiden sich die Nährlösungen der ersten von denen der letzten

Serie durch die An-, resp. Abwesenheit von Erde, und doch mußte, wie aus der vorhergehenden Serie zu schließen wäre, nicht nur die Anwesenheit derselben, sondern auch ihre Menge auf die Stickstoffbindung einen Einfluß ausüben. So mußte denn genauer untersucht werden, ob und welchen Einfluß die Anwesenheit von Erde allein, ohne Rücksicht auf die sonstigen, in der Nährlösung vorhandenen Mikroorganismen auf die Entwicklung, die Atmung des Azotobakters und schließlich auf seine Stickstoffbindungsfähigkeit hat. Der Lösung dieser Aufgabe waren eben die beiden folgenden Versuchsserien gewidmet, die an Reinkulturen von Azotobakter angestellt wurden; die eine derselben umfaßt die Versuche, in denen der Nährlösung keine Erde zugesetzt wurde, in der anderen dagegen wurde Erde hinzugefügt, sie wurde jedoch vorher durch sorgfältige Sterilisation von jeglichen Mikroben befreit.

An erster Stelle wurden Versuche mit reinen Azotobakterkulturen ohne Zusatz von Erde vorgenommen.

#### 4. Versuche mit Reinkulturen ohne Erdezusatz.

In dieser Serie bedienten wir uns zum ersten Male der von Prof. Godlewski etwas abgeänderten Apparate. Die bisher benutzten hatten nämlich den Fehler, daß sie die Anwendung größerer Kaligefäßchen nicht gestatteten. In den Versuchen mit Rohkulturen mußten diese Gefäße aus diesem Grunde von Zeit zu Zeit umgewechselt werden, da sonst bei längerem Stehen im Apparate die Kohlensäureabsorption infolge der vollständigen Sättigung der geringen Mengen von Kalihydrat gänzlich hätte aufhören müssen. Aus diesem Grunde konnte man sich auch ohne Wechsel der Kaligefäße keinen genauen Begriff von der Sauerstoffabsorption machen, anderseits dürfte auch die  $\text{CO}_2$ -Ansammlung in dem Gasgemisch der Apparate nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung der Kulturen gewesen sein. Der von Zeit zu Zeit bei den Versuchen mit Rohkulturen vorgenommene Wechsel der Gefäßchen bot ja sonst keine Schwierigkeiten, die Infizierung von außen her konnte in diesen Fällen keine Bedeutung haben. Anders bei Reinkulturen: hier versteht es sich von selber, daß ihre Infizierung mit fremden Organismen gänzlich ausgeschlossen werden mußte. Da nun ein Wechsel der Gefäßchen in den Apparaten ohne die Gefahr der Verunreinigung der Kulturen unmöglich war, so lag es nahe, durch Modifi-

kation der Apparate auf einmal größere Mengen von KOH in dieselben einzuführen. Sie bestehen (Fig. 2) im wesentlichen aus einer mäßig großen, flachen Glasglocke A, welche an eine runde Glasplatte B möglichst genau angeschliffen ist.

Ebenso wie der Helm der bisher benutzten Apparate ist die Glocke mit Röhren versehen, von denen jedoch die eine sich nicht

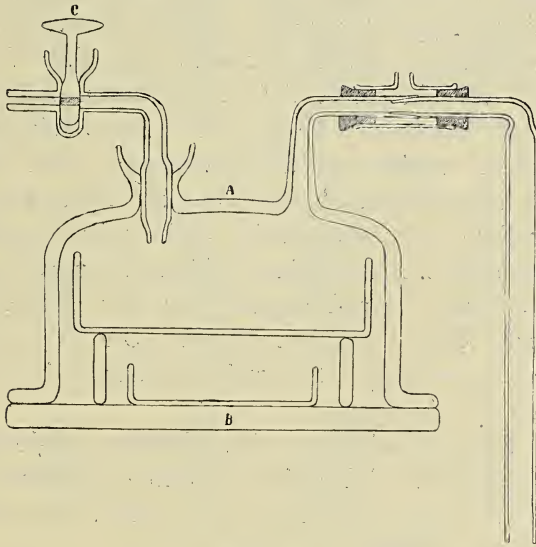


Fig. 2.

verjüngt und zugeschmolzen ist, sondern von einem mit Quecksilber gedichteten Glashahn (C) geschlossen wird. Obgleich diese Apparate eine Infizierung der Kulturen während des Versuches von außen verhüten, können sie selber eine Infizierung herbeiführen, falls sie nicht gehörig sterilisiert sind, was mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist. Ich habe die Sterilisierung derart vorgenommen, daß ich die Apparate möglichst sorgfältig mit Sublimat, Alkohol etc. ausgewaschen und sie schließlich mit einer Bunsenflamme durchgestreift habe. Nach der Zusammenstellung des Apparates wurde die Glocke über der Glasplatte ein wenig emporgehoben, und zwei auf einem Untersatz ruhende flache Gefäßchen, das eine mit der zusammen mit dem Gefäß sterilisierten Nährlösung, das andere unter den Untersatz mit konz. Kalilauge hineingeschoben. Nach Infizierung der Nährlösung mit einem ausgeglühten Platin-



draht wurde die Glasglocke, deren Rand mit Vaseline bestrichen war, auf die Platte aufgedrückt und die Verbindungsstelle von Glocke und Platte mit einem Gummiring dicht gemacht. Zum Zwecke einer noch sichereren Dichtung des Apparates kann man seinen unteren Teil noch in Wasser tauchen, obgleich sich diese Maßnahme bei meinen Versuchen als überflüssig erwiesen hat<sup>1)</sup>.

Wie gesagt, ist die Gefahr der Infizierung mit fremden Organismen bei diesen Apparaten größer, als bei den vorhin benutzten. So ist es denn während unserer Versuche trotz aller Vorsichtsmaßnahmen zweimal vorgekommen, daß die Kulturen infiziert wurden, jedoch nicht mit Bakterien, sondern mit dem Schimmelpilz *Penicillium*. Trotzdem scheide ich diese Versuche nicht aus, da der Schimmel sich augenscheinlich nur aus einer Spore entwickelt und nur ein Mycelium von Erbsengröße gebildet hat, welches an der Oberfläche haften blieb. Diese geringe Schimmelmenge, deren Trockensubstanz gewiß nicht einmal wägbare war, hat sicherlich auf die Resultate keinen Einfluß ausüben können. Die Verwendung eines Glashahnes bei diesen Apparaten erleichtert ungemein die Entnahme von Gasproben zur Analyse.

Um diese Versuche mit den vorhergehenden vergleichen zu können, will ich den Verlauf des einen von ihnen in extenso anführen, von den anderen dagegen, ähnlich wie bei den vorigen Serien, nur die Endergebnisse verzeichnen.

Versuch VIII. Am 19/II. 1907 wurde der Apparat zusammengestellt, indem unter die Glocke ein Gefäß mit 100 ccm Nährlösung gebracht wurde, die mit Azotobakterreinkultur infiziert war und 1½% Glukose, sowie 0.05%  $K_2HPO_4$  nebst 0.014 g  $Ca(NO_3)_2 = 2.5 \text{ mg } N_2$  enthielt. Zwecks Absorption von  $CO_2$  wurde in den Apparat das Kaligefäß mit 25 ccm KOH eingestellt. Der Versuch hatte eine Dauer von 69 Tagen. Die Sauerstoffaufnahme vollzog sich nur langsam, wie aus der Zusammenstellung in Tab. VII ersichtlich ist. Im Verlauf des Versuches wurden dem Apparat 540.92 ccm Sauerstoff zugeführt.

<sup>1)</sup> Eines ähnlich konstruierten Apparates hat sich kürzlich H. Schröder (Jahrb. f. wissensch. Botanik, B. 44, 1907, S. 415) bedient, doch nur zu dem ursprünglich von Wolkow u. Meyer beabsichtigten Zwecke, den absorbierten Sauerstoff zu bestimmen. Selbstredend kann man die spezielle Bestimmung von  $CO_2$  nur bis zu einem gewissen Grade mit der Menge des verbrauchten Sauerstoffs vergleichen.

TABELLE VII.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Gasvolumver- minderung im Apparate in <i>ccm</i>	Volumvermin- derung pro Stunde
Tag	Uhr				
19/II	3·30	17·6	1116·52	—	—
24	9·20	16·6	1077·29	39·23	0·34
1/III	9·25	15·6	1032·42	84·10	0·37
6	9·10	15·6	996·73	119·79	0·30
11	10—	16·9	963·81	152·71	0·27
12	12·45	18·8	954·27	162·25	0·35
Sauerstoff zugeführt 172·45 <i>ccm</i>					
"	3·15	18·9	1125·36	—	—
13	9·20	18·0	1115·35	10·01	0·56
18	10—	15·6	1064·73	60·63	0·42
19	9·50	16·8	1049—	76·36	0·65
23	10·10	16·3	1021·96	103·40	0·28
"	1·20	17·7	1021·53	103·83	0·14
Sauerstoff zugeführt 101·48 <i>ccm</i>					
"	3·50	16·6	1122·90	—	—
"	6·30	16·4	1120·20	2·70	1·01
26	9·25	15·1	1089·39	33·51	0·50
"	1·10	17·3	1086·95	35·95	0·65
Sauerstoff zugeführt 70·54 <i>ccm</i>					
"	3·10	18·2	1156·14	—	—
"	6·40	18·7	1153·02	3·12	0·89
30	9—	16·5	1104·25	51·89	0·56
"	11—	17·4	1104·18	51·96	0·04
Sauerstoff zugeführt 40·02 <i>ccm</i>					
"	1·15	17·8	1142·81	—	—
"	3·15	17·4	1141·43	1·38	0·69
2/IV	9·15	19·4	1105·23	37·58	0·55
7	10·25	17·3	1060·75	82·06	0·37
10	9·40	16·4	1040·14	102·67	0·29
15	8·40	15·6	1008·77	134·04	0·26
20	8·40	15·0	978·47	164·34	0·25
"	12·40	15·8	978·23	164·58	0·06
Sauerstoff zugeführt 156·43 <i>ccm</i>					
"	6—	15·0	1132·98	—	—
21	3·15	15·2	1126·09	6·89	0·32
26	11·5	19·6	1087·84	45·14	0·33
28	10·45	18·7	1079·28	53·70	0·18
29	10·30	17·3	1068·92	64·06	0·43
"	—	—	1068·55	64·43	—

Die Analysen des dem Apparate am Ende des Versuches entnommenen Gasgemisches ergaben folgende Resultate:

TABELLE VIII.  
Reduzierte Gasvolumina in den Eudiometern in *ccm*.

I. Portion		II. Portion	
	Mittelzahlen		Mittelzahlen
31·624	31·655 <i>ccm</i>	29·339	29·356 <i>ccm</i>
31·681		29·402	
31·660		29·327	
Nach der Explosion		Nach CO <sub>2</sub> -Absorption	
31·615	31·614 <i>ccm</i>	29·318	29·313 <i>ccm</i>
31·604		29·315	
31·649		29·335	
31·589		29·283	
Nach CO <sub>2</sub> -Absorption		Nach O <sub>2</sub> -Absorption	
31·539	31·527 <i>ccm</i>	24·183	24·184 <i>ccm</i>
31·552		24·203	
31·536		24·202	
31·495		24·158	
31·515		24·170	
Nach O <sub>2</sub> -Absorption		24·209	
26·078	26·085 <i>ccm</i>	24·179	
26·098		24·166	
26·061			
26·080			
26·110			
26·085			

	I. Portion	II. Portion	im Mittel
CO <sub>2</sub>	0·275%	0·146%	0·211%
O <sub>2</sub>	17·191 „	17·472 „	17·332 „
H <sub>2</sub>	—	—	—
N <sub>2</sub>	82·534 „	82·382 „	82·457 „

Wir führen hier alle Ablesungen der Gasvolumina in den Eudio-



metern an, da wir das erstmal keinen Wasserstoff in der Umgebung der Kultur gefunden haben.

Um  $\text{CO}_2$  zu bestimmen, wurde der Inhalt des Kaligefäßes in einen 250 *ccm* fassenden Kolben gespült, dieser bis zur Marke aufgefüllt und die Lösung in 50 *ccm*-Portionen (je  $\frac{1}{5}$  des Ganzen) als  $\text{BaCO}_3$  gefällt. Aus zwei Bestimmungen wurde das Mittel gezogen, welches mit 5 multipliziert die Menge des aus dem Gesamtquantum der KOH-Lösung gefällten  $\text{BaCO}_3$  ergibt. So wurden in zwei Portionen 1·2478, bzw. 1·2328 *g*  $\text{BaCO}_3$ , im Mittel 1·2403 *g* oder insgesamt ( $\times 5$ ) 6·2015 *g*  $\text{BaCO}_3$  erhalten. Nach Abzug der ursprünglichen Verunreinigung der Kalilauge mit Kaliumkarbonat verbleiben 5·2486 *g*  $\text{BaCO}_3$ , was einer Gewichtsmenge von 1·1723 *g*, oder einer Volumenmenge von 596·58 *ccm*  $\text{CO}_2$  entspricht. In der Nährlösung waren 0·17 *ccm*  $\text{CO}_2$  gelöst.

Die Bilanz des Gasaustausches im Apparat sieht demnach folgendermaßen aus. Es wurden:

	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$
Dem Apparate zugeführt:	0·47	774·61	—	882·39 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	598·90	185·31	—	881·10 „
Differenz $\pm$ . . . . .	$+ 598·43$	$- 588·70$	—	$- 1·29$ <i>ccm</i>

In der Nährlösung wurde eine Stickstoffzunahme von 1·98 *mg* = 1·58 *ccm* gefunden.

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1·02.$$

Versuch IX wurde in derselben Weise und mit derselben Nährlösung ausgeführt, wie der vorhergehende. Die Dauer des Versuches erstreckte sich auch hier auf 69 Tage. Das Gasvolumen im Apparate betrug am Anfang des Versuches 881·06 *ccm*. An Sauerstoff wurden 428·85 *ccm* in den Apparat eingeführt. Das Gasvolumen am Ende des Versuches belief sich auf 696·77 *ccm*. Die Analysen der am Ende des Versuches dem Apparat entnommenen Gasproben ergaben folgende Resultate:

(Siehe Tab. IX, Seite 968).

Auf Grund dieser Ergebnisse war die Zusammensetzung der im Apparat eingeschlossenen Gase folgend:

$\text{CO}_2$ — 0·091%	$\text{H}_2$ — 0·0 %
$\text{O}_2$ — 0·173 „	$\text{N}_2$ — 99·736 „

TABELLE IX.

Reduzierte Gasvolumina in den Eudiometern in *ccm*.

I. Portion		II. Portion	
	Mittelzahlen		Mittelzahlen
28·867		15·996	
28·817	28·832 <i>ccm</i>	16·013	16·002 <i>ccm</i>
28·813		15·996	
Nach O <sub>2</sub> -Zugabe		Nach CO <sub>2</sub> -Absorption	
32·956		16·005	
32·993	32·965 <i>ccm</i>	15·986	15·985 <i>ccm</i>
32·945		15·968	
Nach der Explosion		15·980	
32·977		Nach O <sub>2</sub> -Absorption	
32·955	32·961 <i>ccm</i>	15·959	
32·952		15·940	
Nach CO <sub>2</sub> -Absorption		15·941	
32·959		15·950	
32·941	32·939 <i>ccm</i>	15·942	15·949 <i>ccm</i>
32·916		15·954	
Nach O <sub>2</sub> -Absorption		15·956	
28·811		15·946	
28·783	28·797 <i>ccm</i>		

In der KOH-Lösung wurden  $1.2312\text{ g} = 626.55\text{ ccm CO}_2$ , in der Nährlösung  $0.08\text{ ccm}$  absorbiert gefunden.

Die Bilanz des Gasaustausches wird somit in diesem Versuche, wie folgt, sich gestalten: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0.35	613.26	—	696.30 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	627.27	1.20	—	694.93 <i>n</i>
Differenz ± . . . . .	+ 626.92	— 612.06	—	— 1.37 <i>ccm</i>

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1.02.$$

In der Nährlösung wurde eine Stickstoffzunahme von  $1.27\text{ mg} = 1.02\text{ ccm}$  gefunden.

Versuch X. Der Apparat wurde mit 100 *ccm* Nährlösung, welche  $1\frac{1}{2}\%$  Mannit,  $0.05\%$   $K_2HPO_4$  und  $0.014\text{ Ca(NO}_3)_2 = 2.5\text{ mg N}_2$  enthielt, beschickt. Der Versuch dauerte 51 Tage. Das Gasvolum im Apparat betrug am Anfang des Versuchs 985.23 *ccm*. An Sauerstoff wurden 862.00 *ccm* zugeleitet. Das Gasvolumen am Ende des Versuches war = 903.92 *ccm*.

Die endgültige Gaszusammensetzung im Apparate war die folgende:

CO <sub>2</sub> —	0.298%	H <sub>2</sub> —	0.0 %
O <sub>2</sub> —	13.514 „	N <sub>2</sub> —	86.188 „

In der Kalilauge waren 1.7796 *g* = 905.64 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert, in der Nährlösung 0.27 *ccm* gelöst.

Somit stellt sich die Bilanz des Gasaustausches während des Versuches wie folgt. Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0.40	1068.20	—	778.63 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	908.89	122.16	—	779.07 „
Differenz ± . . . . .	+ 908.49	— 946.04	—	+ 0.44 <i>ccm</i>

In der Nährlösung fand man einen Stickstoffzuwachs von 1.07 *mg* = 0.85 *ccm*.

Versuch XI. Am 26/II. 1907 wurde der Apparat mit 100 *ccm* Nährlösung beschickt, welche 1.5% Glukose,  $0.05\%$   $K_2HPO_4$  und  $0.012\text{ g Ca(NO}_3)_2 = 2\text{ mg N}$  enthielt. Der Versuch dauerte 31 Tage. Das Gasvolum im Apparate betrug am Anfang des Versuches 334.41 *ccm*, an Sauerstoff wurden 99.38 *ccm* zugeführt. Das Gasvolumen am Ende des Versuches war = 265.56 *ccm*. Die Zusammensetzung des Gasgemisches am Ende des Versuches war die folgende:

CO <sub>2</sub> —	0.505%	H <sub>2</sub> —	0.0 %
O <sub>2</sub> —	0.0 „	N <sub>2</sub> —	99.495 „

Die KOH-Lösung hatte 180.39 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert. Die Bilanz des Gaswechsels war:

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0.13	179.37	—	264.29 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	181.73	—	—	164.22 „
Differenz ± . . . . .	+ 181.60	— 179.37	—	— 0.07 <i>ccm</i>

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1.01.$$



In der Nährlösung wurde eine Stickstoffzunahme von  $0.28 \text{ mg} = 0.20 \text{ ccm}$  gefunden.

Versuch XII. Am 1./VI. 1907 wurde der Apparat mit  $100 \text{ ccm}$  Nährlösung beschickt, welcher  $1.5\%$  Mannit und  $0.05\%$   $\text{K}_2\text{HPO}_4$  zugesetzt waren. Der Versuch dauerte 48 Tage. Das Gasvolumen im Apparate betrug am Anfang des Versuches  $422.05 \text{ ccm}$ , das Volumen des zugeführten Sauerstoffs  $111.18 \text{ ccm}$ , das Gasvolumen am Ende des Versuches  $382.36 \text{ ccm}$ . Die Zusammensetzung der Gase am Ende des Versuches war:

$\text{CO}_2$ — $0.593\%$	$\text{H}_2$ — $0.0 \%$
$\text{O}_2$ — $12.184 \%$	$\text{N}_2$ — $87.323 \%$

In der Kalilauge waren  $148.60 \text{ ccm}$ , in der Nährlösung  $0.44 \text{ ccm}$   $\text{CO}_2$  absorbiert.

Somit stellt sich die Bilanz des Gaswechsels wie folgt: Es wurden

	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$
Dem Apparate zugeführt:	0.17	199.52	—	333.54 ccm
Am Schluß gefunden: . .	151.31	46.59	—	333.51 "
Differenz $\pm$ . . . . .	$+151.14$	$-152.93$	—	$-0.03 \text{ ccm}$

Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0.99$ .

In der Nährlösung wurde eine Zunahme von  $0.03 \text{ mg} = 0.02 \text{ ccm}$  Stickstoff gefunden.

In allen diesen Versuchen fand, wie aus der obigen Darstellung ersichtlich, durchwegs keine Wasserstoffentwicklung statt, obgleich die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure z. T.  $900 \text{ ccm}$  überstieg. Die Zuwächse an Stickstoff sind überall sehr gering, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob die Nährlösung Mannit oder Glukose enthielt, ob man ihr gebundenen Stickstoff in kleinen Mengen zusetzte, oder nicht. Der Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  betrug fast durchwegs zirka

1; etwas größer war er in den Versuchen mit glukosehaltigem Nährstoff, etwas kleiner in den mit Mannitnährlösung angestellten Versuchen.

##### 5. Versuche mit reinen Azotobakterkulturen in Nährlösungen, die mit sterilisierter Erde versetzt waren.

Versuch XIII. Der Apparat wurde mit  $100 \text{ ccm}$  Nährlösung beschickt, welche  $2\%$  Mannit und  $0.05 \text{ g}$   $\text{K}_2\text{HPO}_4$  enthielt. Dieser

Nährlösung wurde 1 g im Autoklav unter einem Überdruck von 2 Atmosphären sterilisierte Erde zugesetzt. Zur Infizierung wurde eine reine Azotobakterkultur verwendet, welche in einer 40-tägigen Kultur auf einer Agarplatte bereits braun geworden war. Der Versuch wurde nach 20 Tagen beendet. Seinen Verlauf zeigt Tab. X.

(Siehe Tab. X, Seite 972).

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, fand der Atmungsprozeß der Kultur so energisch statt, daß im Laufe des Versuches nicht weniger als 8 mal dem Apparate Sauerstoff zugeführt werden mußte.

Vor der Auseinandernahme des Apparates wurden ihm zwei Gasproben zur eudiometrischen Analyse entnommen, deren Ergebnisse in Tab. XI verzeichnet sind.

(Siehe Tab. XI, Seite 973).

Nach diesen Analysen war die Zusammensetzung der Gase in den Apparaten am Ende des Versuches folgend:

	I. Portion	II. Portion	im Mittel
CO <sub>2</sub>	9·526%	9·690%	9·608%
O <sub>2</sub>	0·360 „	0·170 „	0·265 „
H <sub>2</sub>	—	—	—
N <sub>2</sub>	90·114 „	90·140 „	90·127 „

Im Kaligefaß wurde an gebundenem CO<sub>2</sub> 775·72 ccm gefunden, in der Nährlösung 8·05 ccm berechnet. Im Laufe des Versuches wurden dem Apparate 932·96 ccm Sauerstoff zugeführt. Somit stellt sich die Bilanz des Gaswechsels folgendermaßen dar: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
dem Apparate zugeführt:	0·35	1117·29	—	696·03 ccm
am Schluß gefunden: . .	857·57	2·04	—	692·28 „
Differenz ± . . . . .	+ 857·22	— 1115·25	—	— 3·75 ccm

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0·77.$$

In der Nährlösung betrug der Stickstoffzuwachs 4·7 mg = 3·76 ccm.

Versuch XIV. Am 22/II 1907 wurde der Apparat in derselben Weise wie vorher zusammengestellt, nur mit dem Unterschiede, daß der Nährlösung nicht 1 g sondern 3 g sterilisierte Erde zugesetzt wurden. Dauer des Versuches 25 Tage. Das Gasvolumen im Apparate betrug am Anfang des Versuches 663·58 ccm.

Tabelle X.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate im ccm	Volumenver- minderung seit der Zu- führung des Sauerstoffes in ccm	Volumvermin- derung pro Stunde
Tag	Uhr				
22/XII	5:30	15.5	881.16	—	—
23	6:30	16.3	881.17	—	—
25	4:15	11.6	875.28	5.89	0.12
30	7:—	17.0	851.52	29.65	0.19
31	12:—	18.7	829.82	51.35	1.28
1/I	1:15	14.3	759.39	121.78	2.79
2	10:30	13.3	713.75	167.42	2.15
"	12:—	—	711.98	169.19	1.18
Sauerstoff zugeführt 148.92 ccm					
"	1:15	14.9	858.05	—	—
"	4:—	15.0	851.—	7.05	2.56
3	11:—	15.1	777.14	80.91	3.89
"	12:—	16.8	776.—	82.05	1.14
Sauerstoff zugeführt 73.04 ccm					
"	1:25	17.8	844.80	—	—
"	4:10	18.0	834.20	10.60	3.86
4	10:20	15.4	740.46	104.34	5.16
"	12:20	17.3	733.29	111.51	3.59
Sauerstoff zugeführt 119.36 ccm					
"	1:36	17.8	846.24	—	—
"	3:36	17.9	835.22	11.02	5.51
5	10:15	15.7	736.46	109.78	5.30
"	11:55	16.9	731.06	115.18	3.24
Sauerstoff zugeführt 132.48 ccm					
"	1:23	17.6	855.82	—	—
"	3:35	17.8	842.03	13.79	6.27
6	10:50	16.2	734.19	121.63	5.60
"	12:—	17.0	731.67	124.15	2.16
Sauerstoff zugeführt 121.55 ccm					
"	1:20	17.5	846.06	—	—
"	3:20	16.9	833.18	12.88	6.44
7	10:45	16.6	730.50	115.56	5.29
"	12:22	18.3	725.29	120.77	2.61
Sauerstoff zugeführt 133.22 ccm					
"	1:30	18.2	852.46	—	—
"	3:50	17.7	837.44	15.02	6.44
8	10:40	17.5	734.68	117.78	5.46
"	11:45	17.8	732.35	120.11	2.15
Sauerstoff zugeführt 128.26 ccm					
"	1:20	18.2	855.66	—	—
"	4.5	17.8	846.56	9.10	3.31
9	11:30	18.2	796.74	58.92	2.57
"	2:55	18.0	787.78	67.88	2.62
"	4:30	17.9	785.05	70.61	1.72
Sauerstoff zugeführt 76.13 ccm					
"	5:50	18.1	858.16	—	—
10	11:—	17.3	811.90	42.26	2.69
11	10:45	15.9	768.12	90.04	1.84



Tabelle XI.  
Reduzierte Gasvolumina in den Eudiometern.

I. Portion		II. Portion	
	Mittelzahlen		Mittelzahlen
31·050		27·633	
31·105	31·084 <i>ccm</i>	27·637	27·636 <i>ccm</i>
31·097		27·639	
Nach der Explosion		Nach CO <sub>2</sub> -Absorption	
31·052		25·004	
31·065	31·063 <i>ccm</i>	24·959	24·958 <i>ccm</i>
31·037		24·923	
31·099		24·944	
Nach O <sub>2</sub> -Zugabe		Nach O <sub>2</sub> -Zugabe	
33·318	33·329 <i>ccm</i>	28·428	
33·339		28·429	28·452 <i>ccm</i>
Nach der Explosion		28·448	
33·320	33·351 <i>ccm</i>	Nach der Explosion	
33·382		28·506	28·487 <i>ccm</i>
Nach CO <sub>2</sub> -Absorption		28·467	
30·452	30·390 <i>ccm</i>	Nach O <sub>2</sub> -Absorption	
30·328		24·945	24·945 <i>ccm</i>
Nach O <sub>2</sub> -Absorption			
27·998			
28·021	28·010 <i>ccm</i>		
27·991			
28·031			

Im Laufe des Versuches wurden an Sauerstoff 696·63 *ccm* zugeführt. Das Gasvolumen am Ende des Versuches betrug 521·86 *ccm*. Die Zusammensetzung der Gase im Apparate am Ende des Versuches war:

CO <sub>2</sub> — 0·816%	H <sub>2</sub> — — %
O <sub>2</sub> — — „	N <sub>2</sub> — 99·184 „

Im Kaligefäß wurden 714·50 *ccm*, in der Nährlösung 0·55 *ccm* CO<sub>2</sub> gefunden.

Die Bilanz des Gaswechsels verhält sich somit folgendermaßen:  
Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
dem Apparate zugeführt:	0·27	835·51	—	524·43	ccm
am Schluß gefunden . .	719·31	—	—	517·62	„
Differenz:	+ 719·04	— 835·51	—	— 6·81	„

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0·86.$$

In der Nährlösung war die Stickstoffzunahme  $7·68 \text{ mg} = 6·18 \text{ ccm}$ .

Versuch XV. Am 27/IV. 1907 wurde der Apparat mit 150 ccm Nährlösung beschickt, welche 1·5% Mannit, 0·05 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> und 3 g sterilisierte Erde enthielt. Der Versuch dauerte 14 Tage, während welcher Zeit dem Apparat 851·83 ccm Sauerstoff zugeführt wurden. Das Gasvolumen im Apparate betrug am Anfang des Versuches 779·09 ccm, am Ende 720·96 ccm.

Die Zusammensetzung der Gase im Apparate am Ende des Versuches war:

CO <sub>2</sub> — 12·832%	H <sub>2</sub> — — %
O <sub>2</sub> — 1·822 „	N <sub>2</sub> — 85·346 „

Im Kaligefäß wurde an gebundenem CO<sub>2</sub> 684·73 ccm gefunden, in der Nährlösung 14·71 ccm berechnet.

Die Bilanz des Gaswechsels stellt sich somit folgendermaßen:  
Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
dem Apparate zugeführt:	0·31	1015·45	—	617·83	ccm
am Schluß gefunden: . .	791·95	13·14	—	615·31	„
Differenz <sup>1)</sup> ± . . . .	+ 791·64	— 1002·31	—	— 2·52	ccm

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0·79.$$

In der Nährlösung betrug die Stickstoffzunahme  $6·93 \text{ mg} = 5·54 \text{ ccm}$ .

Versuch XVI. Am 8/V. 1907 wurde der Apparat mit 100 ccm

<sup>1)</sup> Hier muß ein Fehler unterlaufen sein, in dessen Folge die Analyse eine nur verhältnismäßig geringe Absorption des atmosphärischen Stickstoffs aufweist. Hätte man den Versuch schon am 8. V. abgebrochen, wo das Gasvolumen im Apparate 614·25 ccm betrug, so würde seine Abnahme im Vergleich mit seiner ursprünglichen Menge im Gasgemisch des Apparates bereits 3·58 ccm betragen haben.

Nährlösung beschickt, welche 1.5 g Glukose, 0.05 g  $K_2HPO_4$  und 3 g sterilisierte Erde enthält. Die Dauer des Versuchs betrug 10 Tage, in deren Verlauf dem Apparat 621.25 ccm Sauerstoff zugeführt wurden. Das Gasvolumen im Apparat belief sich am Anfang des Versuches auf 1081.41 ccm, am Ende auf 923.32 ccm. Die Zusammensetzung der Gase im Apparate am Ende des Versuches war:

$CO_2$ — 0.363%	$H_2$ — — %
$O_2$ — 7.658 „	$N_2$ — 91.979 „

Im Kaligefäß wurden 770.38 ccm, in der Nährlösung 0.26 ccm  $CO_2$  gefunden.

Die Bilanz des Gaswechsels verhält sich demnach folgendermaßen. Es wurden

	$CO_2$	$O_2$	$H_2$	$N_2$
dem Apparat zugeführt:	0.43	847.59	—	854.64 ccm
am Schluß gefunden:	773.99	70.71	—	849.26 „
Differenz $\pm$	+ 773.56	— 776.86	—	— 5.38 ccm

$$\text{Quotient } \frac{CO_2}{O_2} = 0.995.$$

In der Nährlösung waren 7.81 mg = 6.25 ccm Stickstoff gebunden.

Versuch XVII. Am 14/V. 1907 wurde der Apparat mit 150 ccm Nährlösung beschickt, welche 1½% Mannit, 0.05%  $K_2HPO_4$  und 1.5 g sterilisierte Erde enthält. Der Versuch dauerte 9 Tage lang, während welcher Zeit dem Apparat 362.85 ccm Sauerstoff zugeführt wurden. Das Anfangsvolumen der Gase im Apparat betrug 778.48 ccm, das Endvolumen 628.44. Ihre Zusammensetzung am Ende des Versuches war folgend:

$CO_2$ — 0.370%	$H_2$ — — %
$O_2$ — 2.106 „	$N_2$ — 97.524 „

Im Kaligefäß waren 481.75 ccm, in der Nährlösung 0.37 ccm  $CO_2$  aufgelöst.

Die Bilanz des Gaswechsels war: Es wurden

	$CO_2$	$O_2$	$H_2$	$N_2$
dem Apparate zugeführt:	0.31	525.79	—	615.23 ccm
am Schluß gefunden:	484.46	13.23	—	612.87 „
Differenz $\pm$	484.15	— 512.56	—	— 2.36 ccm

$$\text{Quotient } \frac{CO_2}{O_2} = 0.94.$$



In der Nährlösung waren an gebundenem Stickstoff vorhanden  $6.48 \text{ mg} = 5.18 \text{ cm}$ .

Aus allen diesen Versuchen der eben behandelten Serie geht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der vorhergehenden hervor, daß der Azotobakter während seiner Atmung überhaupt keinen Wasserstoff ausscheidet und daß der Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  sich meistens der Einheit nähert, besonders wenn Glukose als Atmungs-material verwendet wird, daß er dagegen bei Mannit etwas kleiner ist. Jedoch finden wir im Gegensatz zu den Ergebnissen der vorhergehenden Versuchsreihe, wo die Reinkulturen des Azotobakters ganz unbedeutende Mengen von Stickstoff gebunden hatten, daß hier die Stickstoffbindung an Menge der an den Rohkulturen beobachteten durchaus nicht nachsteht. Da nun der Unterschied zwischen den beiden letzten Versuchsserien nur darin bestand, daß in Serie IV die Nährlösungen überhaupt keinen Zusatz von Erde erhielten, während in Serie V den Nährlösungen stets eine gewisse Menge von sterilisierter Erde zugesetzt wurde, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß gerade dieser Zusatz von Erde die stärkere Bindung von Stickstoff seitens des Azotobakters verursacht hat.

Aus diesem Grunde sind wir berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß die durch Infizierung der Nährlösungen mit Erde erhaltenen Rohkulturen nicht deswegen den Stickstoff energischer binden als die mit reinen Azotobakterkulturen infizierten, weil in ihnen neben dem Azotobakter noch andere Mikroorganismen emporwuchern, die auf irgendeine Weise die Stickstoffbindung begünstigen, sondern einfach dadurch, daß mit der den Nährlösungen zugesetzten Erde gewisse Substanzen in die Kulturen eingeführt werden, die die Entwicklung des Azotobakters und dessen Fähigkeit, Stickstoff zu binden, in erheblichem Maße fördern.

Nach Feststellung dieser Tatsache handelte es sich nunmehr darum zu konstatieren, welcher Bestandteil der Erde es sei, dem dieser oben erwähnte Einfluß zuzuschreiben wäre. Löhnis hat eine größere Ausgiebigkeit der Rohkulturen beobachtet, wenn er zur Nährlösung anstatt Wasser einen wässerigen Bodenextrakt genommen hat. Doch auch so hat er keine erheblicheren Stickstoffzuwächse in den Azotobakterreinkulturen erhalten, eine Erfahrung, die uns später in den Untersuchungen von N. K. Pillai wieder begegnet ist. Aus diesen könnte man also den Schluß ziehen, daß

nicht die in den wässerigen Extrakt übergehenden Erdebestandteile, sondern andere Substanzen den günstigen Einfluß auf die Azotobakterentwicklung ausüben. Jedenfalls bezweckt die folgende Serie unserer Untersuchungen die Lösung der Frage, inwieweit der wässerige Bodenextrakt in der Nährlösung die Azotobakterentwicklung fördert.

## 6. Versuche mit Azotobakterreinkulturen in Nährlösungen mit wässerigem Bodenauszug.

Um einen wässerigen Auszug herzustellen, übergossen wir 30 g Erde in einem Kölbchen mit 50 ccm Wasser und erwärmten es 1½ Stunden lang, unter 1 Atm.-Druck. Nach dem Erkalten des Kölbchens wurde die Lösung filtriert und davon zur Nährlösung je 5 ccm genommen, was 3 g Erde entspricht, d. h. derjenigen Maximalmenge, die wir in den Untersuchungen der vorhergehenden Serie zur Nährlösung zugegeben haben. Auf ebendieselbe Weise haben später auch Löhnis und N. K. Pillai (7) den Auszug hergestellt.

Versuch XVIII. Am 24/IV. 1907 wurde der Apparat mit 150 ccm Nährlösung mit 1.5% Mannit- u. 0.05%  $K_2HPO_4$ -Gehalt zusammengestellt. Zur Nährlösung wurden 5 ccm Auszug aus 3 gr Erde hinzugegeben und diese darauf mit Azotobakterreinkultur infiziert. Der Versuch dauerte 14 Tage, sein Verlauf ist in Tab. XII wiedergegeben.

(Siehe Tab. XII Seite 978).

Im Laufe des Versuches wurden dem Apparat 161.78 ccm  $O_2$  zugeführt. Die Zusammensetzung der Gase im Apparate am Ende des Versuches war folgend:

$CO_2$	—	0361%
$O_2$	—	16.172 „
$H_2$	—	— „
$N_2$	—	83.467 „

Im Kaligefäß wurden 180.68 ccm absorbiertes, in der Nährlösung 0.42 ccm gelöstes  $CO_2$  gefunden.

Die Bilanz des Gaswechsels stellt sich also folgendermaßen dar:

Tabelle XII.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Luftvolum- verminderung in <i>ccm</i>	Volumvermin- derung pro Stunde
Tag	Uhr				
27/IV	12:50	18.2	669.83	—	—
28	10:45	17.5	668.10	1.73	0.08
29	10:30	17.0	665.95	3.88	0.09
30	9:15	19.1	659.80	10.03	0.27
1/V	9:20	19.3	640.82	29.01	0.80
2	9:—	18.0	621.76	48.07	0.66
"	12:15	19.9	620.26	49.57	0.46
Sauerstoff zugeführt 73.64 <i>ccm</i>					
"	3:15	19.9	692.03	—	—
"	6:45	19.8	689.64	2.39	0.68
3	8:50	18.5	677.29	14.74	0.88
4	10:30	18.7	661.62	30.41	0.61
5	9:15	19.1	648.03	44.—	0.60
6	10:50	19.8	632.15	59.88	0.62
7	8:50	20.5	618.99	73.04	0.60
8	9:45	21.5	603.01	89.02	0.64
"	12:—	22.5	601.85	90.18	0.04
Sauerstoff zugeführt 84.14 <i>ccm</i>					
"	3:20	22.3	687.14	—	—
"	5:20	22.6	685.34	1.80	0.90
9	10:16	22.2	671.34	15.80	0.82
10	10:10	22.3	652.28	34.86	0.80
11	9:—	21.8	636.11	51.03	0.70
"	10:30	22.1	635.34	51.80	0.52
"	11:40	—	634.74	52.40	0.51

CO<sub>2</sub>      O<sub>2</sub>    H<sub>2</sub>    N<sub>2</sub>Dem Apparate wurden zuge-  
führt: . . . . .0.27    301.98    —    529.36 *ccm*

Am Schluß wurden gefunden:

183.39    102.65    —    529.80 *n*

Differenz ±

+183.12    —199.33    —    +0.44 *ccm*Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0.92.$



In der Nährlösung wurde ein Stickstoffzuwachs von  $0.98 \text{ mg} = 0.78 \text{ ccm}$  gefunden.

Versuch XIX. Am 8/V. 1907 wurde der Apparat mit  $100 \text{ ccm}$  Nährlösung beschickt, die  $1.5 \text{ g}$  Glukose,  $0.05 \text{ g}$   $\text{K}_2\text{HPO}_4$  und  $5 \text{ ccm}$  Bodenauszug aus  $3 \text{ g}$  Erde enthielt.

Der Versuch dauerte 10 Tage, während deren dem Apparat  $87.27 \text{ ccm}$   $\text{O}_2$  zugeführt wurden. Das Gasvolumen am Anfang des Versuches betrug  $951.22 \text{ ccm}$ , am Ende  $925.53 \text{ ccm}$ .

Die Zusammensetzung der Gase am Ende des Versuches war folgend:

$\text{CO}_2$ — $0.235\%$	$\text{H}_2$ — — $\%$
$\text{O}_2$ — $18.552\%$	$\text{N}_2$ — $81.213\%$

Im Kaligefäß wurden  $121.17 \text{ ccm}$   $\text{CO}_2$  absorbiert, in der Nährlösung  $0.19 \text{ ccm}$  gelöst gefunden. Die Bilanz des Gaswechsels gestaltet sich demnach folgendermaßen: Es wurden

	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$
Dem Apparate zugeführt:	0.38	286.36	—	751.75 ccm
Am Ende gefunden: . .	123.53	171.71	—	751.65 „
Differenz $\pm$ . . . .	$+123.15$	$-114.65$	—	$-0.10 \text{ ccm}$

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1.07.$$

In der Nährlösung befand sich  $0.56 \text{ mg} = 0.45 \text{ ccm}$  Stickstoffzuwachs. Diese Untersuchungen bestätigen, daß der wässerige Auszug dem Azotobakter die Erde nicht zu ersetzen vermag, die Stickstoffzuwächse sind nämlich so unerheblich wie bei der Anwendung von reinem Wasser zur Nährlösung. Sonst blieb der Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$

derselbe wie in den vorhergehenden Versuchen, Wasserstoff wurde auch diesmal unter den Gasen im Apparate nicht konstatiert. Angesichts dessen wandte man sich zu einer anderen Komponente der Erde, nämlich zur Humussubstanz.

## 7. Versuche mit reinen Azotobakterkulturen in Nährlösungen mit Humussubstanzen.

Einen Humusauszug erhielt man aus Erde auf die Weise, daß man zur Erde, nach Durchwaschen mit stark verdünnter Salzsäure und dann mit Wasser, KOH- oder NaOH-Lösung hinzufügte. Aus

der dunkeln Lösung der Natrium- oder Kalisalze wurden mit HCl die Humussäuren gefällt. Nach sorgfältigem Durchwaschen mit Wasser dienten diese Säuren zur Darstellung von löslichen Salzen, die mit Ca-Salzen gefällt unlösliche Ca-Humate lieferten.

Versuch XX. Am 8/V. 1907 wurde der Apparat mit 100 *ccm* Nährlösung beschickt, die 1·5 *g* Glukose, 0·05 *g* K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> u. 3 *ccm* K-Humatlösung von 3·5 *mg* Stickstoffgehalt enthielt. Der Versuch dauerte 10 Tage, die Einzelheiten seines Verlaufs sind aus Tab. XIII zu ersehen.

(Siehe Tab. XIII. Seite 981).

Während des Versuches wurden dem Apparat 585·67 *ccm* O<sub>2</sub> zugeführt. Die Zusammensetzung der Gase im Apparate am Schluß des Versuches war, wie folgt:

	Nach der I. Probe	nach der II. Probe	durchschnittlich
CO <sub>2</sub>	0·159 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0·119 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0·139 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
O <sub>2</sub>	15·546 „	15·567 „	15·557 „
H <sub>2</sub>	— „	— „	— „
N <sub>2</sub>	84·295 „	84·314 „	84·305 „

Im Kaligefäß wurden 663·20 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert, in der Nährlösung 0·11 *ccm* gelöst gefunden.

Die Bilanz des Gaswechsels im Apparate während der Dauer des Versuches stellt sich somit folgendermaßen dar: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0·34	764·78	—	676·30 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	664·42	123·80	—	670·87 „
Differenz ± . . . . .	+ 664·08	— 640·98	—	— 5·43 <i>ccm</i>

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1·04.$$

In der Nährlösung betrug die Stickstoffzunahme 9·77 *mg* = 7·8 *ccm*.

Versuch XXI. Am 14/V 1907 wurde der Apparat mit 150 *ccm* Nährlösung beschickt, die 1·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Mannit u. 0·05<sup>0</sup>/<sub>0</sub> K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> enthielt. Dazu kamen 3 *ccm* K-Humatlösung mit 0·07 *g* Trockenmasse u. 3·53 *mg* N. Der Versuch dauerte 7 Tage, während deren dem Apparat 5 mal Sauerstoff zugeführt wurde, im ganzen 615·56 *ccm*. Das Gasvolumen am Anfang des Versuches betrug 680·27 *ccm*, am Ende 558·60 *ccm*. Die Zusammensetzung der Gase am Ende des Versuches war folgend:

Tabelle XIII.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Luftvolum- verminderung in <i>ccm</i>	Volumver- minderung pro Stunde
Tag	Uhr				
8/V	8:10	22.4	855.75	—	—
9	10:16	23.5	849.20	6.55	0.47
10	10:10	23.3	783.20	72.55	2.76
11	9:—	23.6	729.06	126.69	2.37
"	12:25	23.1	725.99	129.76	0.90
Sauerstoff zugeführt 149.32 <i>ccm</i>					
"	3:10	23.0	864.64	—	—
"	6:10	23.1	853.01	11.63	3.88
12	9:45	23.5	773.90	90.74	5.08
13	5:45	22.3	719.94	144.70	6.80
"	8:45	24.7	710.42	154.22	3.17
Sauerstoff zugeführt 163.27 <i>ccm</i>					
"	11:30	24.4	862.30	—	—
"	1:10	25.2	853.94	8.36	5.02
14	9:—	25.6	737.53	124.77	5.87
"	11:40	25.7	723.37	138.93	5.31
Sauerstoff zugeführt 143.25 <i>ccm</i>					
"	12:45	25.4	857.57	—	—
"	3:—	25.1	837.20	20.37	9.04
15	9:45	24.8	733.97	123.60	5.51
"	12:—	25.0	728.23	129.34	2.55
Sauerstoff zugeführt 129.83 <i>ccm</i>					
"	1:30	25.3	854.16	—	—
"	3:50	25.5	848.07	6.09	2.96
16	9:35	24.9	818.25	35.91	1.68
17	9:35	21.8	803.89	50.27	0.60
18	9:35	20.1	796.37	57.79	0.31
"	11:30	20.5	795.98	58.18	0.20
"	12:30	—	795.78	58.38	0.20



	in der I. Probe	in der II. Probe	im Mittel
CO <sub>2</sub>	5·415%	5·310%	5·363%
O <sub>2</sub>	0·180 "	0·270 "	0·225 "
H <sub>2</sub>	— "	— "	— "
N <sub>2</sub>	94·405 "	94·420 "	94·412 "

Im Kaligefäß wurden 651·51 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert, in der Nährlösung 5·53 *ccm* gelöst gefunden.

Die Bilanz des Gaswechsels im Apparate: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0·27	757·94	—	537·62 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	687·00	1·26	—	527·38 "
Differenz ± . . . . .	+686·73	—756·68	—	—10·24 <i>ccm</i>

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0·91.$$

In der Nährlösung wurden 11·03 *mg* = 8·82 *ccm* N-Gewinn gefunden.

Versuch XXII. Am 3/VI. 1907 wurde der Apparat mit 100 *ccm* Nährlösung beschickt, welche 1·5% Mannit und 0·05% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> enthielt. Dazu kamen 5 *ccm* Na-Humatlösung mit einem Gehalt von 0·164 *g* Trockensubstanz und 4·83 *mg* N<sub>2</sub>. Der Versuch dauerte 37 Tage, während deren dem Apparat 5 mal Sauerstoff zugeführt wurde in einer Gesamtmenge von 921·50 *ccm*. Das Gasvolumen im Apparate bei Beginn des Versuches betrug 1097·89 *ccm*, am Ende 1041·88 *ccm*. Die Zusammensetzung am Schluß des Versuches war:

CO <sub>2</sub> —	0·153%	H <sub>2</sub> —	— %
O <sub>2</sub> —	17·576 "	N <sub>2</sub> —	82·271 "

In der Kalilösung fanden sich 904·09 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert, in der Nährlösung 0·18 *ccm* gelöst.

Die Bilanz des Gaswechsels war folgend: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0·44	1151·29	—	867·66 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	905·86	183·12	—	857·16 "
Differenz ± . . . . .	+905·42	—968·17	—	—10·50 <i>ccm</i>

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0·935.$$

In der Nährlösung betrug der Stickstoffzuwachs  $16.04 \text{ mg} = 13.07 \text{ ccm}$ .

Versuch XXIII. Am 8/VI. 1907 wurde der Apparat mit  $150 \text{ ccm}$  Nährlösung beschickt, die  $1.5\%$  Glukose,  $0.05\%$   $\text{K}_2\text{HPO}_4$  und  $0.1 \text{ g}$  unlösliches Ca-Humat enthielt. Der Versuch dauerte 17 Tage, während deren dem Apparat  $789.70 \text{ ccm}$   $\text{O}_2$  zugeführt wurden. Das Gasvolumen am Anfang des Versuches betrug  $782.96 \text{ ccm}$  am Ende  $610.76 \text{ ccm}$ .

Die Zusammensetzung der Gase im Apparate am Schluß war die folgende:

$\text{CO}_2$ — $0.512\%$	$\text{H}_2$ — — $\%$
$\text{O}_2$ — — „	$\text{N}_2$ — $99.488$ „

Im Kaligefäß wurden  $972.57 \text{ ccm}$   $\text{CO}_2$  absorbiert, in der Nährlösung  $0.51$  gelöst.

Die Bilanz des Gaswechsels war, wie folgt: Es wurden

	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$
Dem Apparate zugeführt:	0.30	953.58	—	618.78 <i>ccm</i>
Am Ende gefunden: . .	976.20	—	—	607.64 „
Differenz $\pm$ . . . . .	+ 975.90	— 953.58	—	— 11.14 <i>ccm</i>
Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} =$	1.02.			

In der Nährlösung wurde eine Stickstoffzunahme von  $12.10 \text{ mg} = 9.68 \text{ ccm}$  konstatiert.

Versuch XXIV. Am 3/VI. 1907 wurde der Apparat mit  $100 \text{ ccm}$  Nährlösung mit  $1.5\%$  Mannit und  $0.05\%$   $\text{K}_2\text{HPO}_4$  beschickt. Anstatt Humus aus Erde wurde ihr Na-Humat, künstlich aus Rohrzucker durch Kochen mit  $\text{HCl}$  erhalten, zugefügt, u. z.  $0.158 \text{ g}$  mit kaum  $0.2 \text{ mg}$   $\text{N}_2$ . Die Versuchsdauer war 37 Tage. Die Atmung des Azotobaktters war so langsam, daß sie an die Kulturen ohne Erde erinnerte. Während des Versuches wurde dem Apparat Sauerstoff in einer Menge von  $81.89 \text{ ccm}$  zugeführt. Das Gasvolumen am Anfang des Versuches betrug  $866.86 \text{ ccm}$ , am Ende  $687.39 \text{ ccm}$ . Die Zusammensetzung der Gase am Schluß des Versuches war folgend:

$\text{CO}_2$ — $0.281\%$	$\text{H}_2$ — — $\%$
$\text{O}_2$ — $0.074$ „	$\text{N}_2$ — $99.645$ „

Im Kaligefäß wurden  $246.98 \text{ ccm}$   $\text{CO}_2$  absorbiert, in der Nährlösung  $0.29 \text{ ccm}$  gelöst gefunden.

Die Bilanz des Gaswechsels folgt: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
Dem Apparat zugeführt:	0·37	263·32	—	685·08	ccm
Am Ende gefunden . . .	249 20	0·51	—	684·95	"
Differenz ± . . . .	+ 248·83	— 262·81	—	— 0·13	ccm

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 0·946.$$

In der Nährlösung wurde eine Stickstoffzunahme von 2·18 mg = 1·74 ccm gefunden.

Alle Ergebnisse dieser Serie zeigen übereinstimmend, daß unter den in der Erde befindlichen Substanzen eine auf die Entwicklung des Azotobaktters und auf seine Stickstoffbindung einen sehr günstigen Einfluß ausübt, u. z. ist dies die Humussubstanz ebenso in löslicher wie in unlöslicher Form. Der letzte Versuch ist ein Beweis dafür, daß der natürliche Humus durch künstliches, aus Zucker durch Kochen mit Säuren erhaltenes Produkt nicht ersetzt werden kann. Dabei finden wir hier ebenso wie in den vorigen Untersuchungsreihen mit Azotobakterreinkulturen in den Produkten seines Stoffwechsels keinerlei Spuren von Wasserstoff; der Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  verändert sich je nach der Kohlenstoffquelle ebenso wie in den vorigen Serien. Schließlich sahen wir beispielsweise im Versuch XXIII, daß der Azotobakter den Sauerstoff im Apparat vollständig aufzehren kann, ohne eine Spur davon übrig zu lassen, und doch unterliegt das Verhältnis  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  keiner wesentlichen Veränderung. Schon daraus kann man schließen, daß die Fähigkeit des Azotobaktters zur intramolekularen Atmung sehr gering ist. Der näheren Untersuchung über die intramolekulare Atmung des Azotobaktters ist der folgende Abschnitt gewidmet.

### 8. Intramolekulare Atmung des Azotobaktters.

Um den Azotobakter noch weiter auf seine Fähigkeit zur intramolekularen Atmung zu prüfen, wurden kräftig in den Apparaten entwickelte Kulturen, nachdem sie bereits den Sauerstoff vollständig aufgezehrt hatten, noch einige Tage in dem Apparat ohne weitere Sauerstoffzufuhr gehalten und alsdann ihr gesamter Gasaustausch



durch Analyse festgestellt. Das in der Folge wegen der intramolekularen Atmung in sauerstofffreier Atmosphäre sich ausscheidende Kohlendioxyd dürfte nicht ohne Einfluß auf den Quotienten  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  bleiben.

Versuch XXV u. XXVI. Am 25/V. 1907 wurden gleichzeitig 2 Apparate mit 150 *ccm* Nährlösung von  $1\frac{1}{2}\%$  Glukose-, resp. Man- nitgehalt beschickt. Außerdem enthielten die Nährlösungen  $0.05\%$   $\text{K}_2\text{HPO}_4$  und je  $0.07\text{ g}$  K-Humat aus Erde. Nach 5 Tagen, als die Kohlenstoffquellen in den Nährlösungen, nach der Menge des verbrauchten Sauerstoffs zu schließen, noch reichlich vorhanden waren, wurde den Apparaten zum letztenmal (zum drittenmal seit dem Beginn des Versuches) Sauerstoff zugeführt. 6 Tage nach dieser letzten Sauerstoffzuführung (am 11. Tage seit dem Anfang) wurden die Versuche abgeschlossen.

Da, wie es sich später herausstellte, in den Apparaten sich kein Wasserstoff entwickelte und die Menge von KOH ausreichend war, um das sich bildende  $\text{CO}_2$  schnell und vollständig zu absorbieren, so können die Zahlen, die die Abnahme des Gasvolumens in den Apparaten angeben, als ein ziemlich genauer Maßstab für die Sauerstoffaufnahme dienen, da sie nur um das Volumen des durch die Kulturen gebundenen Stickstoffs von der wirklichen Sauerstoffaufnahme größer sind. Aus der Tabelle XIV ist zu ersehen, daß 2 Tage nach der letzten Zuführung des Sauerstoffes derselbe schon fast vollständig verbraucht wurde und die weitere Verminderung des Gasvolumens im Apparate nur noch eine minimale war.

Als das Quecksilber in den Seitenröhrchen der Apparate eine so große Verminderung des Gasvolumens anzeigte, daß man schon daraus auf einen starken Verbrauch von Stickstoff schließen konnte, wurden die Versuche abgeschlossen. Der Verlauf der Versuche ist durch die Tab. XIV. wiedergegeben.

(Siehe Tab. XIV, Seite 986).

Die Analysen der Gase aus den Apparaten vor ihrer Öffnung zeigten folgende Zusammensetzung:

	Apparat mit Glukose	Apparat mit Mannit.
$\text{CO}_2$	$0.341\%$	$0.366\%$
$\text{O}_2$	— „	— „
$\text{H}_2$	— „	— „
$\text{N}_2$	$99.659\%$	$99.634\%$

Tabelle XIV.

Datum		$t^{\circ}$	Versuch XXV Nährlösung mit Glukose				Versuch XXVI Nährlösung mit Mannit			
			Luftvolumen in Apparate in <i>ccm</i>	Volumenverminderung seit der Zuführung des Sauer- stoffes <i>ccm</i>	Die Partial-Pressung des Sauerstoffes in <i>mm</i>	Volumverminderung pro Stunde	Luftvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Volumenverminderung seit der Zuführung des Sauer- stoffes <i>ccm</i>	Die Partial-Pressung des Sauerstoffes in <i>mm</i>	Volumverminderung pro Stunde
Tag	Uhr									
25—V	8:30	21·9	767·60	—	147·3	—	673·93	—	147·8	—
26	9:40	21·7	765·92	1·68	145·3	0·13	673·39	0·54	147·1	0·41
27	9:55	20·3	748·39	19·21	129·8	0·72	667·22	6·71	140·0	0·25
28	9·8	20·9	655·17	112·43	44·6	4·02	594·59	79·34	64·8	3·13
"	10:56	21·0	652·57	115·03	42·4	1·45	582·05	91·88	51·7	6·97
			Sauerstoff zugeführt 139·04 <i>cm</i> <sup>3</sup>				Sauerstoff zugeführt 111·06 <i>cm</i> <sup>3</sup>			
"	12:35	21·0	785·83	—	163·4	—	679·28	—	152·8	—
"	3:25	21·1	775·48	10·35	154·1	3·65	654·62	24·66	127·4	8·70
29	7:50	20·0	705·84	79·99	90·5	4·24	564·50	114·78	33·2	5·49
"	9:50	20·2	696·90	88·93	82·4	4·47	559·07	120·21	27·5	2·72
			Sauerstoff zugeführt 96·53 <i>cm</i> <sup>3</sup>				Sauerstoff zugeführt 137·15 <i>cm</i> <sup>3</sup>			
"	11:8	20·6	787·35	—	164·6	—	691·16	—	164·9	—
"	12:20	20·5	780·20	7·15	158·0	5·96	685·91	5·25	159·4	4·37
30	9:15	20·1	671·79	115·56	59·4	5·18	564·82	126·34	33·6	5·79
"	10:35	19·8	666·91	120·44	54·9	3·66	558·42	132·74	26·8	4·80
			Sauerstoff zugeführt 128·04 <i>cm</i> <sup>3</sup>				Sauerstoff zugeführt 140·85 <i>cm</i> <sup>3</sup>			
"	12:25	19·7	786·08	—	163·2	—	686·82	—	160·1	—
"	4:5	19·9	767·72	18·36	146·5	5·01	660·71	26·11	133·1	7·12
31	8:35	18·1	684·19	101·89	70·3	5·06	553·84	132·98	21·9	6·48
1—VI	9:40	20·2	603·12	182·96	—3·5 <sup>1)</sup>	2·19	527·02	159·80	—6·2 <sup>1)</sup>	0·72
2	1:5	20·5	603·76	182·32	—3·0	0·04	527·57	159·25	—6·0	0·36
3	9	20·2	602·74	183·34	—3·8	0·05	526·51	160·31	—6·7	0·05
4	9:53	18·4	602·33	183·75	—4·2	0·02	526·26	160·56	—7·0	0·01
5	10	18·2	602·21	183·87	—4·3	0·01	525·97	160·85	—7·2	0·01

<sup>1)</sup> Die N-Bindung wird schon durch den Stand des Quecksilbers im Manometerrohr wahrgenommen.

In den Kaligefäßen wurden im Glukoseapparat 546·16 *ccm* CO<sub>2</sub>, im Mannitapparat 487·41 *ccm* CO<sub>2</sub> gefunden; in den Nährlösungen waren absorbiert: im Glukoseapparat 0·34 *ccm*, im Mannitapparat 0·37 *ccm*. Dem Glukoseapparat wurden 363·61 *ccm*, dem Mannitapparat 389·06 *ccm* Sauerstoff zugeführt.

Die Bilanz des Gaswechsels war folgend: Es wurden

	bei Glukose				bei Mannit			
	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
dem Apparat zugeführt . . .	0·31	524·27	—	606·63	0·27	530·11	—	532·61
Am Schluß gefunden . . .	548·55	—	—	600·16	490·00	—	—	524·05
Differenz . . .	+548·24	-524·27	—	-6·47	+489·73	-530·11	—	-8·56

Quotient für Glukose = 1·04, für Mannit 0·92. In der Glukosenährlösung wurden 7·95 *mg* = 6·36 *ccm*, in der Mannitlösung 8·16 *mg* = 6·53 *ccm* Stickstoffgewinn gefunden. Da in der Glukosenkultur 548 *ccm* CO<sub>2</sub> ausgeschieden wurden, so wurde darauf, abgesehen von der Kohlenstoffmenge in der Bakterienmasse, 0·81 *g* Glukose verwendet; es verblieben somit nach Schluß des Versuches in der Nährlösung über 1 *g*. Ebenso ist auch im zweiten Apparat viel Mannit übriggeblieben. Trotzalledem kann man aus den Quotienten  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  auf keine intramolekulare Atmung schließen.

Die zwei folgenden Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß die Kaligefäße nach einer gewissen Zeit aus den Apparaten entfernt und die Luft aus denselben vollständig ausgepumpt wurde. Selbstverständlich mußten für diesen Versuch Seitenröhren von entsprechender Länge benutzt werden. Das Sinken des Quecksilbers in diesen Röhren nach dem Auspumpen der Luft aus den Apparaten konnte als Maßstab für die seitens des Azotobakters im Vakuum ausgeschiedene CO<sub>2</sub>-Menge dienen.

Versuch XXVII. Am 8/VI. 1907 wurde der Apparat mit 150 *ccm* Nährlösung beschickt, welche 1·5% Glukose, 0·05% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> und 0·07 *g* aus Erde erhaltenes humussaures Kali enthielt. Nach viermaliger Zuführung von Sauerstoff in den Apparat, als der Azotobakter am folgenden Tage nach der Sauerstoffzuführung 6 *ccm* Sauer-



stoff pro Stunde verbrauchte, wurden dem Apparat Gasproben entnommen, das Kaligefäß entfernt, alsdann der Apparat geschlossen, luftleer ausgepumpt und die Kultur darin noch 23 Tage lang belassen.

Die Resultate der Ablesungen der Gasvolumina im Apparate sind in Tab. XV u. XVI zusammengestellt.

(Siehe Tab. XV, Seite 989).

TABELLE XVI.  
Nach der Evakuierung des Apparates.

Datum		t°	Gasvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Volumenzu- nahme zwi- schen je zwei Ablesungen in <i>ccm</i>	Volumenzu- nahme pro Stunde
Tag	Uhr				
18/VI.	3 40	20·7	1·22	—	—
19	9 15	20·3	3·67	2·45	0·140
20	9 20	20·0	5·05	1·38	0·058
21	9 7	20·8	6·02	0·97	0·041
22	10 0	21 0	7·24	1·22	0·049
25	9 55	21 0	8·13	0·89	0 012
29	7 40	23·8	9·63	1·50	0·015
3/VII.	7 40	25·6	10·68	1 05	0·010
7	7 40	24 5	11·10	0·42	0·004
11	7 40	24·6	11·34	0·24	0·002

Aus letzter Tabelle ersieht man, daß nur während der ersten Tage nach der Zuschmelzung des Verbindungsröhrchens zwischen Apparat und Luftpumpe das Gasvolumen zusehends wuchs, später dagegen diese Zunahme aufhörte, so daß sich insgesamt im Verlauf von 23 Tagen seit der Evakuierung des Apparates in demselben nur 11 *ccm* Gas (wahrscheinlich CO<sub>2</sub>) ansammelten; eine Probenahme dieses Gases zur Analyse ist leider nicht gelungen.

Die Zusammensetzung der Gase unmittelbar vor der Evakuierung des Apparates war folgende:

CO <sub>2</sub> — 1·437%	H <sub>2</sub> — 0 0 %
O <sub>2</sub> — 6·531 „	N <sub>2</sub> — 92·032 „

Im Kaligefäß waren 620·54 *ccm*, in der Nährlösung 1·94 *ccm*

Tabelle XV.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Volumenver- minderung seit der Zu- führung des Sauerstoffes in <i>ccm</i>	Sauerstoff- Absorption in <i>ccm</i> pro 1 Stunde
Tag	Uhr				
8/VI	8·5	18·8	727·18	—	—
9	12·10	17·6	723·62	3·56	0·22
10	10·5	17·2	720·96	6·22	0·12
11	18·15	17·9	715·51	11·67	0·25
12	11·0	19·3	707·45	19·73	0·30
13	12·40	21·4	691·58	35·60	0·62
14	10·30	20·7	663·80	63·38	2·51
"	3·45	21·4	603·53	123·65	6·34
Sauerstoff zugeführt 120·66 <i>ccm</i>					
"	5·15	21·7	719·60	—	—
"	6·35	21·7	712·05	7·55	5·66
15	11·15	21·0	627·28	92·32	5·09
"	12·35	21·3	623·06	96·54	3·17
Sauerstoff zugeführt 110·45 <i>ccm</i>					
"	3·15	21·8	721·08	—	—
"	5·45	21·7	709·18	11·90	4·76
16	9·50	21·5	620·40	100·68	5·52
"	11·50	21·6	613·46	107·62	3·47
Sauerstoff zugeführt 121·54 <i>ccm</i>					
"	2·45	21·7	717·22	—	—
"	5·25	21·9	700·53	16·69	6·26
17	9·18	20·3	624·69	92·53	4·77
"	11·40	20·7	610·57	106·65	5·97
Sauerstoff zugeführt 124·69 <i>ccm</i>					
"	1—	21·0	731·91	—	—
"	3·20	21·2	726·60	5·31	2·28
18	9·30	19·6	621·91	110·00	5·76
"	11—	20·2	613·70	118·21	5·47
"	11·20	—	611·88	120·03	5·46

CO<sub>2</sub> absorbiert. Da dem Apparate an Sauerstoff 477·34 *ccm* zugeführt worden sind, so stellt sich die Bilanz des Gaswechsels im Apparate bis zum Augenblick der Evakuierung folgendermaßen dar: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0·29	629·54	—	574·69
Am Schluß gefunden:	631·83	39·96	—	563·13
Differenz $\pm$ . . . . .	+ 631·54	— 589·58	—	— 11·56

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1 \cdot 06.$$

In der Nährlösung wurden am Schluß des Versuches an gebundenem Stickstoff 12·89 *mg* = 10·3 *ccm* gefunden.

Bei diesem Versuch wurde das Verbindungsrohr zwischen Apparat und Luftpumpe bereits zwei Stunden nach Beginn der Evakuierung zugeschmolzen. Man könnte somit die darauf folgende Gasausscheidung zum Teil auf das in der Nährlösung gelöste und nunmehr entweichende CO<sub>2</sub> zurückführen. Nach der Menge des im Apparate gefundenen CO<sub>2</sub> haben wir berechnet, daß in der Nährlösung zirka 2 *ccm* CO<sub>2</sub> enthalten sein konnten. In Anbetracht der intensiven Atmung ist es jedoch durchaus möglich, daß das Gleichgewicht zwischen dem in den Gasen des Apparates enthaltenen und dem in der Nährlösung gelösten CO<sub>2</sub> nicht schnell genug zustande kommt, so daß das CO<sub>2</sub> in der Lösung evtl. in größerer Menge vorhanden sein kann, als die theoretische Berechnung ergibt. Um dem CO<sub>2</sub> die Möglichkeit zu geben, aus der Nährlösung zu entweichen, wurde in dem nächstfolgenden Versuch folgendermaßen verfahren.

Versuch XXVIII. Am 18/X. 1907 wurde der Apparat mit 100 *ccm* Nährlösung beschickt, welche 2% Glukose, 0·05% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> und 0·213 *g* humussaures Natron enthält. Am 1/XI. 1907 wurden nach viermaliger Zuführung von Sauerstoff in den Apparat in einer Gesamtmenge von 451·28 *ccm*, als die Atmung seitens des Azotobaktters sehr energisch vor sich ging, dem Apparate Gasproben zur Analyse entnommen, das Kaligefäß wurde entfernt und alsdann die Luft an demselben Tage um 10<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> Vorm., hierauf zum zweiten Male um 6<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> Nachm. ausgepumpt, und das Verbindungsrohr zwischen Apparat und Luftpumpe zugeschmolzen. Die Kultur verblieb danach noch 20 Tage lang im Vakuum. Die Resultate dieses Versuches sind in Tabelle XVII und XVIII zusammengestellt.



TABELLE XVII.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Luftvolumen- abnahme in <i>ccm</i>	Volumvermin- derung pro Stunde in <i>ccm</i>
Tag	Uhr				
18/X	3 0	19.7	721.01	—	—
"	6 0	19.8	721.00	0.01	—
19	8 45	17.8	720.13	0.88	0.06
"	1 0	18.9	719.67	1.34	0.11
"	6 30	19.6	719.20	1.81	0.09
20	10 30	18.8	716.10	4.91	0.19
21	8 45	16.7	693.73	27.28	1.01
"	5 20	18.8	683.62	37.39	1.18
22	9 0	15.7	665.11	55.90	1.18
"	7 0	18.5	656.20	64.81	0.89
23	11 0	17.5	642.15	78.86	0.88
24	10 0	15.9	619.78	101.23	0.97
"	8 0	17.6	605.57	115.44	1.42
25	9 0	15.9	587.32	133.69	1.40
"	12 5	16.2	585.01	136.00	0.77
Sauerstoff zugeführt 161.56 <i>ccm</i>					
"	3 0	16.9	744.31	—	—
"	6 30	17.2	741.68	2.63	0.75
26	10 30	16.0	722.77	21.54	1.18
27	1 15	15.6	668.22	76.09	2.04
28	9 45	15.5	628.63	115.68	1.98
29	8 53	16.4	589.92	154.39	1.70
"	1 20	18.7	583.58	160.73	1.41
Sauerstoff zugeführt 138.35 <i>ccm</i>					
"	3 20	18.0	718.60	—	—
"	6 20	17.6	713.50	5.10	1.70
30	9 10	16.2	684.40	34.20	2.28
31	9 10	16.2	596.62	121.98	3.66
"	12 —	17.2	590.16	128.44	2.28
Sauerstoff zugeführt 151.37 <i>ccm</i>					
"	1 25	17.2	737.04	—	—
"	3 10	16.6	731.82	5.22	2.98
"	6 30	17.4	721.61	15.43	3.06
1/XI	9 30	16.4	656.01	81.03	4.37
"	10 30	16.5	650.71	86.33	5.30

TABELLE XVIII.  
Nach der Evakuation des Apparates.

Datum		t°	Luftvolumen im Apparate in <i>ccm</i>	Volumenzu- nahme zwi- schen je zwei Ablesungen in <i>ccm</i>	Volumenzu- nahme pro Stunde in <i>ccm</i>
Tag	Uhr				
1/XI.	6:40	17.6	0.79	—	—
2	12:30	15.7	3.51	2.72	0.153
3	8:45	14.4	4.63	1.12	0.056
5	3:—	15.6	5.47	0.84	0.016
11	10:—	17.5	6.57	1.10	0.008
20	3:—	17.4	6.72	0.15	0.001

Wie aus der Tabelle ersichtlich, wurden am 1. Tage nach der Evakuierung des Apparates in demselben 2.72 *ccm*, am folgenden Tage nur noch 1.12 *ccm*, im Verlauf der weiteren 17 Tage kaum 2 *ccm* Gase entwickelt. Insgesamt hat die Azotobakterkultur im Lauf von 20 Tagen 6.72 *ccm* Gase ausgeschieden.

Die Zusammensetzung des Gasgemisches im Apparate unmittelbar vor seiner Evakuierung war folgend:

CO <sub>2</sub> — 4.961%	H <sub>2</sub> — —
O <sub>2</sub> — 8.454 „	N <sub>2</sub> — 86.585%

Im Kaligefäß waren 536.53 *ccm*, in der Nährlösung 4.02 *ccm* CO<sub>2</sub> absorbiert.

Die Bilanz des Gaswechsels im Apparate war folgend: Es wurden

	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Dem Apparate zugeführt:	0.29	602.19	—	569.81 <i>ccm</i>
Am Schluß gefunden:	572.83	55.01	—	563.42 „
Differenz ± . . . . .	+ 572.54	— 547.18	—	— 6.39 <i>ccm</i>

$$\text{Quotient } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1.64.$$

In der Nährlösung wurde eine Stickstoffzunahme von 9.31 *mg* = 7.45 *ccm* gefunden.

Die beiden ersten Versuche dieser Serie zeigen, daß die in einer sauerstofffreien Atmosphäre gehaltene Azotobakterkultur trotz zu reichendem Vorrat an Glukose oder Mannit sehr unerhebliche Men-

gen von  $\text{CO}_2$  ausscheidet; wenigstens erfährt der Quotient  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  unter diesen Bedingungen keine merkliche Steigerung. Die beiden letzten Versuche, in denen das im Vakuum ausgeschiedene  $\text{CO}_2$  durch KOH nicht absorbiert wurde, zeigen, daß diese Ausscheidung tatsächlich sehr minimal ist und in keinem Verhältnis zu den bei normaler Atmung ausgeschiedenen  $\text{CO}_2$ -Mengen steht. Man kann sie nur in den ersten Tagen nach der Evakuierung der Gefäße mit den Kulturen wahrnehmen. Bietet man vor der endgültigen Zuschmelzung des Verbindungsrohres zwischen Apparat und Pumpe der in der Nährlösung absorbierten Kohlensäure die Möglichkeit zu entweichen, und zwar dadurch, daß man die Kultur eine gewisse Zeit lang im Vakuum stehen läßt (im letzten Versuche waren es 8 Stunden), so hört die Ausscheidung von  $\text{CO}_2$  fast vollständig auf, obgleich die im Vakuum befindliche Azotobakterkultur in voller Entwicklung begriffen ist und genügend Atmungsmaterial zur Verfügung hat. In dem letzten Versuche wurden im Verlauf von 3 Wochen nur 6 *ccm*  $\text{CO}_2$  ausgeschieden, obgleich unmittelbar vor der Evakuierung des Apparates innerhalb 24 Std zirka 100 *ccm* Sauerstoff verbraucht wurden. Demnach ist aus allen Versuchen dieser Serie mit Sicherheit zu schließen, daß die Fähigkeit des Azotobaktters zur intramolekularen Atmung, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls eine äußerst minimale ist.

Indem wir hiermit den ersten Teil unserer Untersuchungen abschließen, wollen wir noch in Kürze die Resultate derselben zusammenstellen.

### 9. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Die Aufgabe der geschilderten Versuche war, wie gesagt, die Feststellung der Ursache, derentwegen die Rohkulturen des Azotobaktters größere Stickstoffzuwächse aufwiesen, als die Reinkulturen. Wir haben uns überzeugt, daß für die Bildung von größeren Stickstoffmengen in Rohkulturen die Anwesenheit von Erde in denselben den Ausschlag gibt. Unter den mit der Erde in die Nährlösung des Azotobaktters eingeführten Substanzen üben auf seine Entwicklung und somit auch auf seine Stickstoffaufnahme in erster Linie die Humussubstanzen einen günstigen Einfluß aus. Die in dieser Hinsicht in Betracht kommenden Humusstoffe, sei es, daß sie löslich



oder unlöslich sind, können weder durch ein wässriges Extrakt von Erde, noch durch ein künstliches Produkt, das anscheinend den Humusstoffen ähnlich sieht und aus Rohrzucker durch andauerndes Kochen desselben mit Mineralsäuren erhalten wird, ersetzt werden. Wenn wir nun die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe mit denen der letzten vergleichen, so gelangen wir zu der Überzeugung, daß an der Bindung des freien Stickstoffs hauptsächlich der Azotobakter beteiligt ist, daß dagegen die anderen in den Rohkulturen befindlichen Organismen mit selbstverständlicher Ausnahme von *Clostridium* hier gar nicht mitspielen. Die Bindung des freien Stickstoffs seitens des in humushaltiger Nährlösung gezüchteten Azotobakters kann ebenso ausgiebig sein, wie die Bindung seitens der Rohkulturen. In unseren Versuchen haben wir gesehen, daß das Quecksilber in den Seitenröhrchen oft dasjenige Niveau überschritten hat, welches es eingenommen haben sollte, wenn in den Apparaten nur Sauerstoff vollständig absorbiert worden wäre. Auf diese Weise zeigte schon der Stand des Quecksilbers in der Druckröhre eine Abnahme von Stickstoff in der Umgebung der Azotobakterkultur. Die Analysen der den Apparaten am Ende eines jeden Versuches entnommenen Gasproben, die in Eudiometern nach den exaktesten Methoden ausgeführt wurden, weiter die Bilanzen des Gaswechsels während der Versuche haben überall dort, wo der in der Nährlösung gefundene Stickstoffzuwachs außerhalb der Fehlergrenzen lag, gezeigt, daß dieser Stickstoffzuwachs in der Kultur seine Quelle in dem freien Stickstoff der die Kultur umgebenden Luft hat. Jede Stickstoffbindung seitens des Azotobakters zieht stets eine Verminderung der Stickstoffmenge in der umgebenden Luft nach sich.

Dieselben Analysen haben uns auch die Möglichkeit geboten festzustellen, daß während des Atmungsprozesses nur in Rohkulturen Wasserstoff ausgeschieden wird. Die Reinkulturen von Azotobakter dagegen scheiden sogar dann, wenn die Stickstoffbindung sehr intensiv ist, nur reines Kohlendioxyd und niemals Wasserstoff aus. Der Quotient des ausgeschiedenen Kohlendioxyds zum verbrauchten Sauerstoff schwankt in Reinkulturen von Azotobakter stets um die Einheit; bei Zusatz von Glukose ist er etwas größer, bei Mannit etwas kleiner. Zur besseren Orientierung in den Verhältnissen zwischen dem gebundenen Stickstoff und der Menge des verbrauchten Atmungsmaterials sowie zur Feststellung der Abhängigkeit des

Quotienten  $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$  von der letzteren stellen wir die Resultate aller 28 Versuche in Tabelle XIX zusammen.

(Siehe Tab. XIX, Seite 996—997).

Um uns nur annähernd einen Begriff davon zu machen, in welchem Verhältnis die Bindung des freien Stickstoffs zum Verbrauch der Kohlensäurequellen steht, wählen wir als Maßstab dieses Verbrauchs die Menge des gebildeten  $\text{CO}_2$  und berechnen, wieviel Stickstoff auf 730, bzw. 614 *ccm* gebildeten Kohlendioxyds gebunden wird. Eine solche Kohlensäuremenge müßte nämlich durch vollständige Verbrennung von 1 *g* Glukose, bzw. Mannit gebildet werden. Auf diese Weise sind wir ungefähr imstande festzustellen, wieviel *mg* Stickstoff der Azotobakter bei Verbrauch von 1 *g* dieser Kohlenstoffquellen binden kann.

Diese Zahlen verzeichnen wir in der letzten Kolumne der Tabelle. Aus ihnen ersehen wir, daß bei Gegenwart von Humusstoffen der Verbrauch der Kohlenstoffvorräte seitens des Azotobakters bedeutend ökonomischer ist, als wenn die Nährlösung keine Humusstoffe enthält. Schließlich ist durch die letzten Versuche erhärtet worden, daß der Azotobakter fast keine Fähigkeit zu intramolekularer Atmung besitzt.

#### IV. Versuche Beijerincks und van Deldens über die Bindung des Stickstoffs seitens des Azotobakters im Lichte obiger Untersuchungen.

Unsere Versuche stellen die Resultate der epochemachenden Versuche von Beijerinck und van Delden (3) über Azotobakter ins rechte Licht. Diese beiden Forscher sind, wie bekannt, schließlich zu dem Ergebnis gekommen, daß nicht der Azotobakter an und für sich, sondern erst in Verbindung mit anderen Bakterien imstande ist, freien Stickstoff zu binden.

Inzwischen hat sich eine ganz andere Anschauung über die Tätigkeit des Azotobakters Bahn gebrochen. Demgegenüber schien das reiche, von Beijerinck und van Delden angesammelte Versuchsmaterial an wissenschaftlicher Bedeutung viel verloren zu haben und nur historisches, wenn auch erstklassiges Interesse zu verdienen.

TABELLE XIX.

Serien der Versuche	Nr. der Versuche	Verwendetes Impfmaterial und Zusammensetzung der Nährlösung	Versuchsdauer in Tagen	Kohlenstoffquelle: Mannit(m) oder Glukose (g)	Kohlensäureausscheidung in ccm	Sauerstoffabsorption in ccm	Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$	Wasserstoffausscheidung in ccm	Stickstoffab- sorption aus der Luft in		Stickstoffgewinn in der Nähr- lösung in mg	N-Gewinn in mg pro 1 g ver- brauchte Kohlenstoffquelle
									ccm = mg			
I	1	10 g frische Erde geimpft in ge- wöhnliche Mannitnährlösung	37	m	958.74	888.27	1.08	120.29	12.57	15.71	16.87	10.8
	2		m	674.31	682.06	0.99	86.71	10.86	13.58	15.15	13.8	
	3		m	1224.61	1244.60	0.98	80.46	6.32	7.90	16.24	8.2	
II	4	Reinkultur von Azotobakter mit pasteurisierter Erde	20	m	752.24	1077.50	0.70	6.52	4.34	5.43	5.90	4.8
	5		m	526.69	429.01	1.23	8.26	8.66	10.83	13.56	15.8	
III	6	Kahnhaut in Mannitnährlösung	19	m	216.87	119.33	1.81	44.22	+2.91?	—	2.87	8.1
	7		m	364.71	346.80	1.05	3.78	2.25	2.81	4.76	8.0	
IV	8	Azotobakter in Reinkultur	69	g	598.43	588.70	1.02	—	1.29	1.61	1.98	2.4
	9		g	627.04	612.42	1.02	—	1.20	1.50	1.27	1.5	
	10		m	908.49	946.07	0.96	—	+0.16?	—	1.07	0.7	



IV	11	Azotobakter in Reinkultur	31	g	181.60	179.37	1.01	—	0.07	0.09	0.28	1.1
	12		48	m	151.14	152.93	0.99	—	0.03	0.04	0.03	0.1
V	13	Reinkultur von Azotobakter mit sterilisierter Erde	20	m	857.22	1115.25	0.77	—	3.75	4.69	4.70	3.4
	14		25	m	719.31	835.51	0.86	—	6.81	8.51	7.68	6.6
	15		14	m	791.64	1002.31	0.79	—	2.52	3.15	6.93	5.4
	16		10	g	773.56	776.86	1.00	—	5.38	6.83	7.81	7.4
	17		9	m	484.15	492.56	0.94	—	2.36	2.95	6.48	8.2
VI	18	Reinkultur von Azotobakter mit Was-serbodenextrakt	14	m	183.12	199.33	0.92	—	+0.44?	—	0.98	3.3
	19		10	g	123.14	164.30	1.07	—	0.10	0.13	0.56	3.4
VII	20	Reinkultur von Azotobakter mit Kaliumhumat	10	g	664.08	640.98	1.04	—	5.47	6.84	9.77	10.8
	21		7	m	686.73	756.68	0.91	—	10.24	12.80	11.03	9.9
	22		37	m	905.42	968.17	0.94	—	10.50	13.13	16.04	10.9
	23		17	g	975.90	953.58	1.02	—	11.14	13.93	12.10	9.1
	24	Humat aus Zucker	37	m	248.83	262.81	0.95	—	0.13	0.16	1.18	2.9
	25		11	g	548.24	524.27	1.04	—	6.47	8.09	7.95	10.6
	26		11	m	489.36	530.11	0.92	—	8.56	10.70	8.16	10.3
	27		10	g	632.54	589.58	1.07	—	11.56	14.45	12.89	14.9
	28	Kaliumhumat	22	g	572.54	547.18	1.04	—	6.39	7.99	9.31	12.0

Beijerinck hat in der Meinung, daß eine Zugabe kleiner Mengen gebundenen Stickstoffs zu der Nährlösung die Entwicklung des Azotobakters anregt, sehr oft geringe Mengen von Erde derselben als Stickstoffquelle zugesetzt. Diese Erde war sehr humusreich, was man daraus ersehen kann, daß sie 0·56% Stickstoff enthielt. Wir wollen versuchen nachzuweisen, daß gerade die An-, bzw. Abwesenheit dieser Erde das ausschlaggebende Moment für die Versuchsergebnisse in Beijerincks Kulturen war.

Um diese Behauptung zu begründen, will ich die sämtlichen Resultate der Untersuchungen von Beijerinck und van Delden hier zusammenstellen und sie in zwei Hauptgruppen teilen. In der einen will ich diejenigen Versuche zusammenfassen, in denen der Nährlösung Erde zugesetzt wurde, in der zweiten diejenigen mit erdfreien Kulturen. Alsdann will ich, da nur bei Granulobakter (*Clostridium*) und Azotobakter die Fähigkeit zur Stickstoffbindung beobachtet worden ist, diese beiden Gruppen in Serien teilen je nach den Organismen, die in den Kulturen vorhanden waren.

Um das ganze Material zu vereinheitlichen und zu vereinfachen, rechne ich die von Beijerinck erzielten Stickstoffzuwächse auf 100 *ccm* Nährlösung um. (Im Original war es pro Liter). Dabei bezeichne ich einen jeden Versuch mit eigener laufender Nummer und gebe nur die bloßen Stickstoffzuwächse an, ohne die in den Kulturen befindlichen Organismen zu erwähnen.

Auf diese Weise wird die erste Serie nicht die Versuche mit Azotobakter und auch nicht mit Granulobakter umfassen, sondern sich mit den anderen Organismen beschäftigen.

Zur zweiten Serie gehören diejenigen Versuche, bei denen Granulobakter ohne Azotobakter vorhanden war.

Die dritte Serie bilden die Versuche mit Azotobakter allein, bei denen keine Spur von Granulobakter vorhanden war.

Endlich umfaßt die vierte Serie Versuche mit Azotobakter und Granulobakter, die in der Kultur gleichzeitig vorhanden waren, und zwar ohne Rücksicht auf die Anwesenheit von irgend welchen anderen Organismen.

(Siehe Tab. XX, Seite 999).

Ein Blick auf die Tabelle genügt, um einzusehen, daß in derjenigen Versuchsgruppe, in welcher der Nährlösung Erde zugesetzt wurde, die Stickstoffzuwächse im allgemeinen größer sind, als in

TABELLE XX.

Stickstoffgewinne in den Versuchen von Beijerinck und van Delden pro  
100 ccm Nährlösung.

Serien	Azotobakter und Granulobakter in der Nährlösung vorhanden oder nicht	Nährlösung ohne Erde		Nährlösung mit Erde	
		Nr. des Ver- suches	Stickstoffge- winne in mg	Nr. des Ver- suches	Stickstoffge- winne in mg
I	Kein Azotobakter und kein Granu- lobakter	32	0·06	—	—
		33	1·32	—	—
		34	—	—	—
		35	0·13	—	—
II	Nur Granulobakter	20	0·62	22	0·34
		—	—	23	3·21
		—	—	28	3·70
		—	—	29	1·04
III	Azotobakter ohne Granulobakter	31a	0·13	31c	0·27
		31b	—	39	3·49
		31d	0·55	42	7·69
		36	1·18	43	7·97
		37	1·46	44	7·97
		38	0·83	60	0·83
		40	0·06	—	8·30 <sup>1)</sup>
		41	0·83	—	—
		46	0·69	—	—
		59	0·62	—	—
		61	1·32	—	—
IV	Azotobakter mit Granulobakter	2	3·01	1	5·20
		3	2·31	4	2·40
		14	1·46	5	1·70
		18	7·62	6	2·59
		19	1·56	7	7·34
		24	2·22	8	8·23
		25	2·26	9	4·55
		26	6·99	10	13·85
		27	0·97	11	13·57
		45	0·55	12	7·13
		51	0·69	13	8·11
		52	2·51	15	11·12
		53	2·58	16	2·23
		55	0·20	17	6·64
		56	2·51	21	9·86
		57	1·25	30	7·27
		58	1·46	47	3·24
		—	—	48	3·01
		—	—	49	10·42
		—	—	50	8·18
		—	—	54	3·70

<sup>1)</sup> Wechselkultur.



den Versuchen ohne Zusatz von Erde. Doch gehen wir zur Betrachtung der einzelnen Tatsachen über.

Serie I umfaßt einige Versuche mit Organismen, die keinen Stickstoff banden und dabei in einer Nährlösung ohne Erde gezüchtet waren. Hierbei fällt vor allem Versuch No 33 durch die ziemlich deutliche Stickstoffzunahme auf. Dieser Versuch scheint nicht normal verlaufen zu sein, und dafür sprechen auch die Beobachtungen Beijerincks (a. a. O., S. 32 u. 42 unten).

Die in der Serie II zusammengestellten Versuche wurden meistens an Nährlösungen mit Zusatz von Erde ausgeführt. Darum sind auch die Stickstoffzuwächse in ihnen unleugbar.

Äußerst interessant war Serie III. Hier befand sich der Azotobakter vorwiegend zusammen mit anderen Mikroorganismen; der Einfluß des Zusatzes von Erde zur Nährlösung äußert sich sehr stark, weils uns hier elf Kulturen ohne Zusatz von Erde und sieben mit Erde zum Vergleich vorliegen. Die Stickstoffzunahmen in den Kulturen ohne Erde sind minimal, der größte beträgt 1.46 *mg*; in den mit Erde versetzten Kulturen haben wir zwar zwei kleine Zunahmen zu verzeichnen, doch in den fünf übrigen Versuchen betragen sie durchschnittlich 8 *mg* Stickstoff, und hier gerade haben wir den Beweis dafür, daß nicht die Anwesenheit des Radiobakters oder anderer Bakterien, sondern nur die Anwesenheit von Humusstoffen der Erde in der Nährlösung diese vermehrte Stickstoffaufnahme seitens des Azotobakters verursacht hat. Leider haben Beijerinck und van Delden nur vier Versuche mit einer reinen Azotobakterkultur in ihren Arbeiten angeführt, und nur bei einem von diesen war der Nährlösung Erde zugesetzt worden. Wären mehr Versuche mit Zusatz von Erde ausgeführt worden, so würde unserer Meinung nach sich herausgestellt haben, daß der Azotobakter fähig ist, Stickstoff selbständig zu binden.

Betrachten wir schließlich die Serie IV, so zeigt sich uns die Anteilnahme an der Stickstoffbindung seitens der anderen Organismen neben dem Azotobakter im richtigen Lichte. Dieser Serie wurde mehr als die Hälfte aller in den Arbeiten von Beijerinck und van Delden verzeichneten Versuche einverleibt. In der Zahl von 17 Versuchen dieser Serie, die ohne Zugabe von Erde ausgeführt worden sind, springen nur zwei (No 18 u. No 26) durch ihre großen Stickstoffzuwächse, die je 7 *mg* betragen, in die Augen.

In den übrigen 15 schwanken die Stickstoffzuwächse zwischen 0·2 und 3·0 *mg*, im Mittel betragen sie 1·7 *mg*.

Kultur No 18 steht mit ihrer bedeutenden Stickstoffzunahme vereinzelt da; was dagegen Kultur 26 anbelangt, so bemerkt Beijerinck selbst ausdrücklich (S. 28) daß, so oft er sie in neue Nährlösungen überimpfte, er stets nur noch ganz geringe Stickstoffzunahmen beobachten konnte. Angesichts dessen läßt dieser ebenso wie Versuch No 33 der Serie I gewisse Zweifel zu. Entschieden abweichende Resultate können wir bei den 21 Versuchen derselben Serie feststellen, die jedoch bei Nährlösungen mit Erdzusatz ausgeführt worden sind. Hier haben wir in zwei Versuchen Stickstoffzunahmen bis zu 14 *mg*, durchschnittlich betragen sie für alle 21 Versuche 6·6 *mg* und erreichen nur in 4 von ihnen kaum 3 *mg*. Somit werden durch unsere Versuche von Beijerinck und van Delden erzielten Resultate in ihrem vollen Umfange bestätigt.

Ebenso wie in ihren Versuchen zeigt auch in dem unsrigen der Azotobakter und sogar auch der Granulobakter nur überall da eine ausgiebigere Stickstoffbindung, wo in der Nährlösung Humusstoffe vorhanden sind. So können wir denn nun mit dieser Funktion der Humusstoffe eine ganze Reihe von Zweifeln erklären, die sich Beijerinck bei der Betrachtung seiner Versuchsergebnisse aufgedrängt haben.

Beispielsweise weist Beijerinck auf die Versuche No 39—44, vorgenommen an gemischten Kulturen von Azotobakter und Radiobakter, die ihm infolge von einander widersprechenden Resultaten nicht ganz klar erscheinen (S. 37). Nunmehr ist der Sachverhalt ziemlich klar:

Wo der Nährlösung Erde zugesetzt worden ist, war auch die Stickstoffbindung bedeutend (Nr. 39, 42, 43 u. 44). Oder auch: Beijerinck erklärt die großen Differenzen in der Leistungsfähigkeit der gemischten Kulturen von Azotobakter und Granulobakter (Nr. 51 u. 51) damit, daß der Granulobakter seine Fähigkeit, Stickstoff zu binden, infolge seiner Züchtung in freier Luft verloren hat. Ohne die Richtigkeit dieser Auffassung zu bestreiten, wollen wir jedoch darauf aufmerksam machen, daß der Kultur Nr. 50 Erde zugesetzt worden war, der Kultur Nr. 51 dagegen nicht und daß dementsprechend in der ersten mehr an gebundenem Stickstoff gefunden worden ist, als in der anderen.

„Etwas Ähnliches — sagt Beijerinck selbst — läßt sich auch

für Granulobakter reptans konstatieren aus den Versuchen Nr. 54, 53 u. 49“. Schließlich findet Beijerinck keine Erklärung dafür, warum bei einer Kombination von Azotobakter und zwei anderen Organismen zwecks Erzielung der bei Rohkulturen beobachteten Erscheinungen, sehr oft mit diesen Kombinationen nur sehr mäßige Stickstoffzunahmen erhalten werden, während das von der Haut der Rohkulturen übergeimpfte Material (also eine natürliche Kombination) große Stickstoffzuwächse ergibt. Dies bezieht sich auf die Versuche Nr. 53—61, vorgenommen mit künstlichen Kombinationen, die dennoch kleinere Stickstoffzuwächse ergaben als die natürlichen (die Haut von Rohkulturen) Nr. 1—17. Beijerinck erklärt diese Differenzen durch nicht genügende Anpassung der untersuchten Bakterien an die neuen Ernährungsverhältnisse. Aber bei der Durchsicht aller hier angeführten Versuche überzeugen wir uns, daß fast allen mit Rohkultur infizierten Nährlösungen (Nr. 1—17) Erde zugesetzt war, während die künstlichen Kombinationen von Bakterien (Nr. 53—61) mit geringen Ausnahmen keine Erde in der Nährlösung enthielten. Dadurch wird es uns erklärlich, warum von der ersten der Stickstoff ganz energisch, von den anderen dagegen nur sehr schwach gebunden wurde.

Wir haben etwas länger bei der Arbeit von Beijerinck und van Delden verweilt, um darzutun, daß die von diesen Forschern erzielten Resultate sich an der Hand der von uns erhaltenen Versuchsergebnisse vollständig erklären lassen. Bei der Interpretation bei Beijerincks Versuchen braucht man weder zu der Teilnahme anderer Organismen in dem Prozesse der Stickstoffbindung seitens des Azotobakters Zuflucht zu nehmen, noch der Abnahme der N-Assimilationsfähigkeit derselben in den Kulturen Rechnung zu tragen; es genügt, die Differenzen in der Zusammensetzung der Nährlösung zu berücksichtigen. Man darf auch nicht die negativen Resultate auf das Konto des Alters der verwendeten Azotobakterkultur zu setzen, sondern muß dieselben lediglich dem Mangel an Humusstoffen in der Nährlösung zuschreiben.

Schließlich wollen wir noch hinzufügen, daß sich auf dieselbe Weise auch die Versuchsergebnisse von Heinze (17) leicht erklären lassen, welcher in reinen Azotobakterkulturen Stickstoffzunahmen von durchschnittlich kaum 2·8 mg auf 1 g Glukose, in Kulturen mit Zusatz von sterilisierter Erde dagegen von 10·4 mg und schließlich in Rohkulturen von 14·9 mg gefunden hat.



## V. Die Wirkungsweise von Humusstoffen auf den Azotobakter.

Nach Feststellung der großen Bedeutung der Humusstoffe für die Entwicklung des Azotobakters wäre es eine dankbare Aufgabe, das Wesen ihrer Bedeutung aufzuklären. Wenn Beijerinck den Kulturen Erde zugesetzt hat, so sah er darin eine Quelle von Stickstoff, welche in bestimmten Gaben einen fördernden Einfluß auf die Entwicklung des Azotobakters ausüben sollte. Die Ansichten über die Humussubstanzen als Kohlenstoffquelle für Mikroorganismen der Erdkrume will ich hier nicht näher erörtern, sondern nur die Beobachtungen von Heinze, die sich auf den Azotobakter beziehen, erwähnen. Dieser Forscher gibt an, daß er eine starke Entwicklung des Azotobakters auf einer Nährlösung gefunden hat, welche 1% Humussäuren und eine sehr geringe Menge von Glukose (0.02—0.1%) enthielt. An anderer Stelle ist dieser Autor der Meinung, daß der Azotobakter in seiner Verwendung von Humusstoffen als Kohlenstoffquelle durch andere Organismen unterstützt wird, durch welche dieselben in andere, dem Azotobakter zugänglichere Verbindungen umgesetzt werden. Indessen ist durch Reinitzer (25) und Nikitinsky (26) festgestellt worden, daß der Humus, insofern er überhaupt eine Rolle bei der Ernährung der von ihnen beobachteten Organismen spielt, nur als Stickstoffquelle betrachtet werden kann.

Um nun inbezug auf den Azotobakter in dieser Hinsicht etwas Gewisses zu erfahren, haben wir die ganze folgende Reihe von Versuchen angestellt, wobei wir vor allem die Frage zu lösen suchten, in welchem Maße die Entwicklung des Azotobakters von der Menge der in der Nährlösung enthaltenen Humussubstanzen und anderer Kohlenstoffquellen abhängig ist.

### 1. Der Einfluß der Humusmenge und der Konzentration der Glukose in der Nährlösung.

Versuch XXIX. Am 23/V. 07. wurden 8 je 850 ccm fassende Erlenmeyerkolben mit je 200 ccm Nährlösung mit  $1\frac{1}{2}\%$  Glukose und wechselnden Mengen von aus Erde hergestellten humussaurem Kali beschickt. Die Kolben wurden nach Sterilisierung und Infizierung mit reiner Azotobakterkultur 11 Tage lang in Zimmertemperatur stehen gelassen. Die in den Kulturen erhaltenen Stickstoffzuwächse gibt Tabelle XXI.

TABELLE XXI.

Stickstoffgewinne bei verschiedenem Gehalt der Nährlösung an Humussubstanzen.

Die Menge der Glukose in der Nähr- lösung	Die Menge des humussauen Kalis in der Nährlösung	Stickstoffgewinne in <i>mg</i>	
		in der Kultur	im Mittel
3 <i>g</i>	0	1.40	1.65
3 <i>g</i>	0	1.89	
3 <i>g</i>	1 <i>ccm</i> = 23.4 <i>mg</i>	4.03	3.95
3 <i>g</i>	1 <i>ccm</i> = 23.4 <i>mg</i>	3.86	
3 <i>g</i>	5 <i>ccm</i> = 117 <i>mg</i>	10.92	10.50
3 <i>g</i>	5 <i>ccm</i> = 117 <i>mg</i>	10.08	
3 <i>g</i>	10 <i>ccm</i> = 234 <i>mg</i>	12.32	12.88
3 <i>g</i>	10 <i>ccm</i> = 234 <i>mg</i>	13.44	

Versuch XXX. Am 25/XI. 07. wurden 4 Kolben mit einer Nährlösung beschickt, welche 3 *g* Glukose und wechselnde Mengen aus Erde extrahierten humussauen Natrons enthielt. Diese Kolben verblieben diesmal 15 Tage lang im Thermostaten bei einer Temperatur von 28° C. Am Schluß des Versuches wurden neben den Stickstoffzuwachsen auch die vom Azotobakter verbrauchten Glukosemengen bestimmt. Zu diesem Zwecke wurde die Nährlösung in Maßkolben gespült und schwach mit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> angesäuert. Die dabei aus der Lösung gefällte Humussäure riß zu dem Niederschlag auf dem Boden der Kolben sämtliche Bakterien mit. Die klare, über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit wurde portionsweise zur Bestimmung von Glukose und von Stickstoff abgehebert. Die Bestimmung der letzteren war durchaus notwendig, handelte es sich doch darum zu bestimmen, wieviel davon aus der ganzen Flüssigkeit mit der zur Glukosebestimmung verbrauchten Portion entnommen wurde. Gewöhnlich haben wir daneben zwecks Bestimmung der durch den Azotobakter verbrauchten Glukosemengen ihren Gehalt in sterilisierten, jedoch nicht infizierten Kontrollkolben festgestellt<sup>1)</sup>. Die Resultate dieses Versuches sind in Tabelle XXII zusammengestellt.

<sup>1)</sup> Die in Kulturen gewöhnlich zugesetzte Glukose war in der Regel nicht rein; darum muß überall, wo wir die Konzentration der Nährlösung angeben,

TABELLE XXII.

Stickstoffgewinne pro 1 g verbrauchte Glukose bei verschiedenem Gehalt der Nährlösung an Humus.

Glukosen- gehalt der Nährlösung in g	Die Menge des humus- sauren Natriums in g	Stickstoff- gewinne in mg	Ver- brauchte Glukose in g	Stickstoffge- winne pro 1 g verbrauchte Glukose in mg
3 g	0	2.42	0.72	3.4
3 g	0.1 g	8.70	1.94	4.5
3 g	0.2 g	15.39	2.43	6.3
3 g	0.2 g	13.78	2.25	6.1

Versuch XXXI. In den beiden vorhergehenden Versuchen haben wir den Nährlösungen relativ geringe Mengen von Humusstoffen zugesetzt. Der vorliegende Versuch stellt sich die Aufgabe, den Einfluß größerer Mengen derselben festzustellen. Es wurden 10 Kolben wie gewöhnlich mit je 200 *ccm* Nährlösung beschickt. Die Kolben verblieben 10 Tage lang im Thermostaten bei einer Temp. von 27° C. Die Resultate und die Einzelheiten über die Zusammensetzung der Nährlösung sind in Tabelle XXIII zusammengestellt.

eine gewisse Korrektur eingeführt werden. Das Glukosepräparat ist von Merck und führt in der Preisliste die Bezeichnung „Traubenzucker purissimum, wasserfrei“. Ich habe verschiedene Sendungen dieser Glukose im Februar 1906 und am Ende 1907 analysiert und fand darin:

	1906	1907
Glukose	82.71 %	82.72 %
Dextrin	3.92 „	3.89 „
Stickstoff	0.078 „	0.073 „
Asche	?	0.35 „
Wasser	9.00 „	9.07 „

Es war also sehr richtig, daß Merck in seiner Preisliste von April 1908 die Bezeichnung dieses Präparats von puriss. auf „purum“ umgewandelt hat. Es wäre viel bequemer, zu den Kulturen die Glukose „n. Soxhlet“, welche 99.6% reine Glukose enthält, zu verwenden, wenn der Preis dieses Präparates nicht so hoch wäre.



TABELLE XXIII.

Stickstoffgewinne in *mg* bei verschiedenem Gehalte der Nährlösung an Humus.

Die Menge der Glukose in der Nährlösung in <i>g</i>	Die Menge des humussäuren Natriums in der Nährlösung in <i>g</i>	Stickstoffgewinne in <i>mg</i>	Stickstoffgewinne im Mittel in <i>mg</i>	Bemerkungen
3	1.0	3.83		
3	1.0	6.35	5.69	In der Nährlösung Glukose noch reichlich vorhanden.
2	1.0	6.14		
2	1.0	6.77	6.46	
2.50	0.50	17.73		
2.50	0.50	16.61	17.17	In der Nährlösung nur Spuren von Glukose.
2.75	0.25	19.37		
2.75	0.25	22.17	20.77	
3.0	0	2.94		
3.0	0	1.89	2.42	Glukose noch reichlich vorhanden.

Nunmehr war zu untersuchen, wie sich die Stickstoffbindung bei konstanten Mengen von Humusstoffen und wechselnden Mengen von Glukose verhält. Die Antwort darauf gibt uns folgender Versuch XXXII. Am 14./VI. 1907 wurden 12 Erlenmeyerkolben mit je 200 *ccm* Nährlösung und 0.1 *g* humussäuren Natron beschickt. Der Versuch dauerte 13 Tage. Die Kolben standen im Schatten unter einer Glocke im Glashause. Die in den Kulturen gefundenen Stickstoffzuwächse sowie die näheren Angaben über die Zusammensetzung der Nährlösung enthält Tab. XXIV.

(Siehe Tab. XXIV, Seite 1007).

Versuch XXXIII. Der zweite dasselbe Ziel verfolgende Versuch wurde in 16 Kolben ausgeführt, von denen jeder mit 200 *ccm* Nährlösung beschickt war, welche je 0.2 *g* humussäures Natron = 6.07 *mg* Stickstoff enthielt. In je 4 Kolben war die Konzentration an Glukose verschieden. Die so beschickten Kolben verblieben im Thermostaten bei einer Temperatur von 28° C. Nach Verlauf von 9 Tagen wurde die Hälfte von ihnen zur Analyse genommen, der Rest verblieb im Thermostaten noch 6 Tage lang. In den Kul-

TABELLE XXIV.

Stickstoffgewinne bei verschiedenem Gehalt der Nährlösung an Glukose.

Die Menge der Glukose in der Nährlösung in g	Die Menge des humussäuren Natriums in der Nährlösung in g	Stickstoffgewinne in mg	Stickstoffgewinne im Mittel in mg	Bemerkungen
0	0.1	0.32		
0	0.1	0.18	0.25	
0.5	0.1	5.32		
0.5	0.1	4.59	4.96	} Glukose vollständig verbraucht.
1.0	0.1	6.90		
1.0	0.1	8.16	7.53	
2.0	0.1	13.13		
2.0	0.1	12.64	12.89	} In der Nährlösung nur Spuren von Glukose vorhanden.
3.0	0.1	12.92		
3.0	0.1	14.88	13.90	} In der Nährlösung Glukose noch reichlich vorhanden.
3.0	0	1.12		
3.0	0	1.60	1.36	

turen wurden die Stickstoffzuwächse sowie die vom Azotobakter nicht verbrauchte Glukose bestimmt. Resultate siehe Tabelle XXV.

(Siehe Tab. XXV, Seite 1008).

Betrachten wir nun näher die Resultate dieser 5 Versuche: Die Versuche XXIX und XXX zeigen übereinstimmend, daß je größer die der Nährlösung zugegebene Menge an Humusstoffen, desto energischer auch die Stickstoffbindung ist, ferner daß auch die Stickstoffbindung ganz unbedeutend ist, wo der Humus vollständig fehlt. So wurde beispielsweise bei Gegenwart von 0.02 g humussaurem Kali im Mittel 3.95 mg Stickstoffzunahme, dabei aber in derselben Zeit bei zehnmal größeren Mengen von Humus an gebundenem Stickstoff 12.88 mg gefunden. Dabei ist auch, wie aus Versuch XXX ersichtlich, bei Gegenwart von größeren Humusgaben der Verbrauch von Glukose viel ökonomischer. Sind bei 0.1 g humussaurem Natron in der Nährlösung auf 1 g verbrauchte Glukose 4.5 mg gebundenen Stickstoffs gefunden worden, so beträgt bei einer Humusdosis von 0.2 g auf 1 g verbrauchte Glukose die Stickstoffzunahme in der

TABELLE XXV.  
Stickstoffgewinne bei verschiedener Versuchsdauer und bei verschiedenem Glukosegehalt in der Nhrung.

Die Menge der Glukose in der Nhrung			Versuchsdauer 9 Tage					Versuchsdauer 15 Tage				
Gewicht der Glukose in g	% Gehalt der Glukose	Wirklicher Gehalt der Glukose in g	Stickstoffgewinn in mg	Die Menge der nicht ver- brauchten Glukose in g	Die Menge der verbrauchten Glukose		Stickstoffgewinn pro 1 g verbrauchte Glukose in mg	Stickstoffgewinn in mg	Die Menge der nicht ver- brauchten Glukose in g	Die Menge der verbrauchten Glukose		Stickstoffgewinn pro 1 g verbrauchte Glukose in mg
					g	%				g	%	
1	0.5	0.83	5.45	0.29	0.54	64.5	10.1	7.28	0.02	0.81	97.1	9.0
1	0.5	0.83	6.96	0.10	0.73	87.7	9.5	7.38	0.02	0.81	96.8	9.2
3	1.5	2.50	8.89	1.36	1.14	45.8	7.8	15.39	0.07	2.43	97.2	6.3
3	1.5	2.50	14.66	0.52	1.98	79.2	7.4	13.78	0.25	2.25	90.1	6.1
5	2.5	4.16	10.18	2.75	1.41	33.9	7.2	18.11	1.32	2.84	68.1	6.4
5	2.5	4.16	10.54	2.71	1.45	34.9	7.2	16.43	1.38	2.78	66.8	6.0
7	3.5	5.83	8.26	4.64	1.19	20.4	7.0	15.27	2.66	3.17	54.4	4.8
7	3.5	5.83	7.85	4.69	1.14	19.6	6.9	16.95	2.69	3.14	53.9	5.4



Nährlösung 6.3 *mg*. Doch kann die Humuszugabe nicht beliebig gesteigert werden. Wie nämlich aus Versuch XXXI hervorgeht, wird der Stickstoff durch den Azotobakter am energischsten dann gebunden, wenn auf 2.5 — 2.75 *g* Glukose in 200 *ccm* Nährlösung 0.25 — 0.5 *g* humussaures Natron vorhanden ist. Schon eine Steigerung der Humusdosis auf 1.0 *g* auf 3 oder 2 *g* Glukose drückt die Fähigkeit der Stickstoffbindung bis auf  $\frac{1}{3}$  herab. Diese Tatsache weist darauf hin, daß in der Nährlösung ein bestimmtes Optimum an Humusgehalt besteht, bei welchem die Stickstoffbindung am intensivsten von statten geht.

Anderseits aber besteht ein inniges Abhängigkeitsverhältnis zwischen den Stickstoffzuwachsen in den Azotobakterkulturen und der Menge der in der Nährlösung vorhandenen Glukose. Wie einerseits die Entwicklung des Azotobakters bei Abwesenheit von Humusstoffen sehr schwach ist, so entwickelt er sich bei Gegenwart von Humus ohne Glukose fast gar nicht. Je größer die Menge der Glukose in der Nährlösung, desto größer der Stickstoffzuwachs in der Kultur. Dabei wird jedoch mit der Zunahme der Konzentration der Nährlösung ihr Verbrauch im Verhältnis zur Stickstoffbindung immer weniger ökonomisch. Beispielsweise seien bei Versuch XXXII nur diejenigen Kolben angeführt, in denen die Glukose vollständig aufgezehrt war; alsdann sehen wir, daß auf einen Verbrauch von 1 *g* Glukose

bei 0.5 <i>g</i> Glukose	9.92 <i>mg</i> Stickstoffzuwachs
" 1.0 "	" 7.53 "
" 2.0 "	" 6.45 "

kommen.

Diese Tatsache wird auch durch Versuch XXXIII bestätigt, welcher gleichzeitig feststellt, daß die Schlußfolgerung von Gerlach und Vogel, betreffend den negativen Einfluß einer verstärkten Glukosezugabe (von 1.2% — 1.5%) auf die Stickstoffbindung, durchaus nicht zu verallgemeinern ist. Gerlach u. Vogel haben in diesen Fällen eine Schwächung der Stickstoffbindung bis auf die Hälfte beobachtet. Wir sind viel weiter gegangen, indem wir der Nährlösung bis 2.9% Glukose zugesetzt haben, und doch haben wir im Verhältnis zu denjenigen Resultaten, welche auf einer 1.25%-igen Glukosenährlösung erzielt worden sind, keine Abnahme der Stickstoffbindung feststellen können. Schließlich würde Versuch XXXIII

darauf hinweisen, daß, je länger der Versuch, desto unökonomischer der Verbrauch von Glukose ist, was übrigens noch bestätigt werden müßte.

Die Bestätigung der oben besprochenen Ergebnisse finden wir im Versuch XXXIV: Am 16/X. 1907 wurden gleichzeitig 28 Kolben mit je 200 *ccm* Nährlösung und wechselnden Mengen von Glukose und Humusstoffen beschickt. Je kleiner die Glukosegabe in der Nährlösung war, desto größer wurde gleichzeitig die Humusgabe bemessen. Als Humussubstanz wurde humussaures Natron mit 2.9% Stickstoff verwandt. Dieser Versuch dauerte 10 Tage; während dieser Zeit befanden sich die Kolben im Thermostaten bei 27° C. Die näheren Umstände sowie die Einzelheiten der Resultate sind in Tab. XXVI zusammengestellt.

(Siehe Tab. XXVI, Seite 1011).

Auch hier sehen wir also, ebenso wie in den vorhergehenden Versuchen, daß die Steigerung der Humusmenge in der Nährlösung nur bis zu gewissen Grenzen die Leistungsfähigkeit des Azotobakters hebt. Die letztere läßt nach, sobald die Grenzen für die Maximaldosen von Humusstoffen überschritten werden, schließlich hört dieselbe vollständig auf, trotzdem die Glukose nicht verbraucht worden ist. Die größten Stickstoffzuwächse haben wir bei Anwesenheit von 2.5—2.75 *g* Glukose auf 200 *ccm* Nährlösung verzeichnet, wenn gleichzeitig 0.25—0.5 *g* Humussubstanzen darin enthalten waren. Berechnen wir für diejenigen Kolben, in denen die Glukose vollständig aufgezehrt war (die betr. Ziffern sind mit <sup>1</sup> versehen) die Stickstoffzuwächse für jedes Gramm verbrauchte Glukose, so sehen wir, daß auch hier der Verbrauch desto ökonomischer ist, je größer die Stickstoffzunahme war (Tab. XXVII).

(Siehe Tab. XXVII, Seite 1012).

Wo also entweder die Menge von Humusstoffen oder auch die Menge von Glukose zu groß ist, dort wird jedesmal der Verbrauch der letzteren sowohl geringer als auch unökonomischer in bezug auf Stickstoffbindung sein. Auch der Humus allein kann für den Azotobakter keine Kohlenstoffquelle bilden<sup>1)</sup>; für die Bindung von

<sup>1)</sup> N. K. Pillai hat versucht, mit Humus die Kohlensäurequelle für den Azotobakter zu ersetzen, jedoch gleichfalls mit negativem Erfolge. Inaug. Dissert. Leipzig 1908.

TABELLE XXVI.

Stickstoffgewinne bei wechselnder Menge der Glukose und des humussäuren Natriums in der Nährlösung.

Die Menge des humus- sauen Na- triums in der Nährlösung in g	Die Menge der Glukose in der Nährlösung in g	Stickstoffge- halt in der Nährlösung vor dem Ver- suche in mg	Stickstoffge- halt in der Nährlösung nach dem Versuche in mg	Stickstoff- gewinne in mg
—	3.00	0.84	ungeimpft	
—	3.00	0.84	2.38	1.54
—	3.00	0.84	2.17	1.33
—	3.00	0.84	3.50	2.66
—	3.00	0.84	2.80	1.96
0.15	3.00	4.28	20.93	16.65 <sup>1)</sup>
0.15	3.00	4.28	20.30	16.02 <sup>1)</sup>
0.25	2.75	6.51	28.28	21.77 <sup>1)</sup>
0.25	2.75	6.51	28.00	21.49 <sup>1)</sup>
0.50	2.50	12.17	35.28	23.11 <sup>1)</sup>
0.50	2.50	12.17	39.98	23.81 <sup>1)</sup>
1.00	2.00	23.50	28.28	4.78?
1.00	2.00	23.50	35.42	11.92 <sup>1)</sup>
1.50	1.50	34.83	33.46	—0.37
1.50	1.50	34.83	35.56	0.75
2.00	1.00	46.16	45.22	—0.94
2.00	1.00	46.16	46.34	0.18
2.50	0.50	57.49	56.44	—1.05
2.50	0.50	57.49	55.72	—1.77
2.75	0.25	63.16	61.76	—1.40
2.75	0.25	63.16	62.16	—1.00
3.00	0.25	68.81	67.83	—0.98
3.00	0.25	68.81	69.35	0.54
3.00	—	68.81	68.88	0.07
3.00	—	68.81	69.44	0.63
3.00	—	68.81	70.28	1.47
3.00	—	68.81	69.02	0.21



TABELLE XXVII.

Die Menge der Glukose in der Nährlösung <i>g</i>	Die Menge des humussauen Natriums in der Nährlösung <i>g</i>	Stickstoffgewinne pro 1 <i>g</i> ver- brauchte Glukose <i>mg</i>
3·00	0·15	5·55
3·00	0·15	5·34
2·75	0·25	7·91
2·75	0·25	7·81
2·50	0·50	9·24
2·50	0·50	9·52
2·00	1·00	5·96

Stickstoff ist stets noch eine andere Kohlenstoffquelle nötig. Welchen Einfluß auf diese Bindung die verschiedenen anderen Kohlenstoffquellen haben können, darauf werden die weiteren Versuche Antwort geben.

## 2. Der Einfluß der Qualität der Kohlenstoffquelle und der Form der Humusverbindungen.

Zwecks Einschätzung des Wertes verschiedener Kohlenstoffquellen für den Azotobakter wurden einige Versuche mit Glukose, Mannit und Rohrzucker durchgeführt, wobei stets den Kulturen gleiche Mengen von Humus zugesetzt waren.

Versuch XXXV. Die Erlenmeyerkolben wurden mit je 200 *ccm* Nährlösung beschickt, welche mit je 3 (eigentlich 2·5) *g* Glukose oder 2·5 *g* Mannit, sowie mit 0·05%  $K_2HPO_4$  und mit je 0·3 Natronhumat = 6·37 *mg*  $N_2$  versetzt war. Die Kolben verblieben nach der Infizierung der Nährlösung 10 Tage lang in einer Temp. von 28° C. Nach der Beendigung des Versuches wurden folgende Stickstoffzunahmen festgestellt. Tab. XXVIII.

(Siehe Tab. XXVIII, Seite 1013).

Versuch XXXVI. Es wurden 12 Kolben mit einer Nährlösung von je 3·3 *g* Glukose, Rohrzucker oder Mannit beschickt. Ein Teil der Kolben enthielt einen Zusatz von 0·13 *g* Natriumhumat = 5 *mg*  $N_2$ ,

TABELLE XXVIII.

Stickstoffgewinne in <i>mg</i>	
Glukosenährlösung	Mannitnährlösung
23·74	17·43
23·74	21·21
23·85	18·55

der andere war ohne Humuszusatz. Die Kolben standen 10 Tage lang in einer Temp. von 28° C. Die Stickstoffzuwächse waren folgend:

TABELLE XXIX.

Kohlenstoffquelle in der Nährlösung	Stickstoffgewinne in <i>mg</i>	
	mit Na-Humat	ohne Na-Humat
Glukose	21·11	2·31
	20·88	2·34
Rohrzucker	18·87	1·26
	17·40	0·91
Mannit	16·42	1·40
	15·51	1·40

Beide Versuche weisen darauf hin, daß die Glukose dem Azotobakter als Kohlenstoffquelle am zuträglichsten ist, während Rohrzucker den Mittelplatz zwischen Glukose und Mannit einnimmt. Diese Ergebnisse stimmen mit den Resultaten der Versuche von Krainsky (13) nicht überein, welcher in vier Wochen alten Azotobakterkulturen bei 30°C folgende Stickstoffzunahmen gefunden hat:

bei 1%-ger Glukose	bei 1%-gem Rohrzucker	bei 1%-gem Mannit
1·1 <i>mg</i>	0·0 <i>mg</i>	4·6 <i>mg</i>
1·6 "	0·0 "	6·8 "

Um den Einfluß der Form der Humusverbindungen in der Nährlösung zu erforschen, wurde

Versuch XXXVII ausgeführt. Am 5/VII. 1907 wurden 14 Kolben mit je 200 *ccm* Nährlösung mit einem Gehalt von je 3 *g* Glukose beschickt. Diesen Nährlösungen wurden verschiedene Verbindungsformen von natürlichem und aus Zucker bereitetem, künstlichem Humus zugesetzt. Der Versuch dauerte 10 Tage lang, u. z. bei einer Temp. von 28° C. Seine Resultate sind aus Tab. XXX ersichtlich.

TABELLE XXX.

Stickstoffgewinne in *mg* in 200 *ccm* Nährlösung (3 *g* Glukose).

	mit 0.16 <i>g</i> Humussäure	mit 0.16 <i>g</i> humussauren Ca	mit 0.16 <i>g</i> humussauren Na	ohne Humusstoffe
Humusstoffe aus Zucker	0.97 1.53	2.09 2.11	1.27 1.48	1.20 0.99
Humusstoffe aus Erde	8.72 9.35	11.48 10.85	21.88 20.62	

Aus diesem Versuch würde hervorgehen, daß der natürliche Humus in löslicher Form (humussaures Natron) fast zweimal so große Stickstoffzuwächse liefert, als in unlöslicher Form (freie Humussäure, humussaurer Kalk), während der aus Zucker dargestellte Humus überhaupt keinen Wert besitzt.

Mit einem Wort: Die Stickstoffbindung durch Azotobakter kann sowohl von der Form der Kohlehydrate als auch von der Form der Humusverbindungen in der Nährlösung abhängig sein.

### 3. Der Einfluß der Herkunft und der verschiedenen Behandlung der Humusstoffe auf die Stickstoffbindung durch den Azotobakter.

In unseren Versuchen kann man einen verschiedenartigen Einfluß der Humusstoffe auf die Stickstoffbindung durch Azotobakter beobachten. Es drängt sich also die Vermutung auf, daß diese Unterschiede entweder durch das ungleichmäßige Verfahren bei der Humusdarstellung oder durch das verschiedene Material, aus dem man den Humus von Zeit zu Zeit erhielt, oder durch beides verursacht wurden. Der Humus wurde portionweise wiederholt hergestellt, und die dazu benutzte Erde war nicht immer dieselbe. Darum haben wir im weiteren Verlauf unserer Arbeit Versuche über den Einfluß



verschiedener und verschiedenartig bereiteter Humusstoffe unter-  
nommen. Zunächst haben wir in oben angegebener Weise gleich-  
zeitig Humate aus 3 Erdarten dargestellt:

- 1) aus stark humushaltiger Rasenerde des Gärtchens,
- 2) aus ungekalkter Parzelle des Versuchsfeldes,
- 3) aus gekalkter Parzelle desselben Feldes.

Portionen dieser 3 Humate wurden 3 Stunden lang mit schwacher Salzsäure gekocht, die daraus erhaltenen Humussäuren wurden wieder umgeföhrt in lösliche Humate, die wir neben den ursprünglichen Humaten als Zusätze zu den Nährlösungen des Azotobaktters im folgenden Versuche verwendeten.

Versuch XXXVIII. Die Kulturen erhielten je 200 ccm Nährlösung mit einem Gehalt von je 2% Glukose und 0.05%  $K_2HPO_4$ . Diesen Nährlösungen wurden Natriumhumate aus verschiedenen Erdarten, die aus ungekochten oder mit HCl gekochten Humussäuren erhalten waren, zugesetzt, u. z. stets in Mengen, welche je 5 mg  $N_2$  enthielten. Zur Kontrolle wurden 2 Kolben ohne Humate zusammengestellt. Der Versuch dauerte 10 Tage lang, die Kolben standen während der ganzen Zeit im Thermostaten bei 28° C. Die erhaltenen Stickstoffzunahmen sind in Tab. XXXI zusammengestellt.

TABELLE XXXI.

	Stickstoffgewinne in mg	
	In Nährlösung mit Natriumhumaten aus nicht mit HCl gekochten Humussäuren	In Nährlösung mit Natriumhumaten aus mit HCl gekochten Humussäuren
Natriumhumat aus Gartenerde	20.86	9.92
	23.24	13.05
	20.22	—
	21.14	—
Natriumhumat aus der Erde der gekalkten Parzelle des Versuchsfeldes	48.00	20.42
	47.58	16.22
Natriumhumat aus der Erde der ungekalkten Parzelle des Versuchsfeldes	53.18	16.50
	53.46	12.58
Nährlösung ohne Humate	2.04	
	2.86	

Die ungewöhnlich großen Stickstoffzuwächse, die in Kulturen mit Humaten, welche der Erde des Versuchsfeldes entstammten, erzielt wurden, waren so überraschend, daß sie sogar Zweifel an der Richtigkeit der Resultate erweckten. Darum wurden auch die Flüssigkeiten aus den Vorlagen zum zweiten Male überdestilliert, jedoch mit demselben Resultat. Um jeden Zweifel auszuschließen, wurde dieser Versuch sofort wiederholt, wobei den Nährlösungen nur solche Humate zugesetzt wurden, die aus Humussäuren, welche mit HCl nicht gekocht wurden, erhalten waren.

Versuch XXXIX. Am 17/IV. 1908 wurden 10 Kolben ebenso wie im vorhergehenden Versuch zusammengestellt und nach 10 Tagen auseinandergenommen, wobei neben dem gebundenen Stickstoff noch die verbrauchte Glukose bestimmt wurde. Die Resultate des Versuches enthält Tab. XXXII.

TABELLE XXXII.

Stickstoffgewinne und Zuckerverbrauch in 200 *ccm* 2% Glukosenährlösungen mit Natriumhumaten verschiedener Herkunft.

	Stickstoff- gewinn in <i>mg</i>	Die Menge der ver- brauchten Glukose in <i>g</i>	Stickstoffge- winn pro 1 <i>g</i> verbrauchte Glukose in <i>mg</i>
Natriumhumat aus der Erde des Versuchsfeldes 0.145 <i>g</i>	55.84	—	—
	54.16	—	—
	54.27	3.070	17.7
	53.97	3.155	17.1
Natriumhumat aus Gartenerde 0.213 <i>g</i>	16.09	1.917	8.4
	20.75	2.063	10.1
Natriumhumat aus Gartenerde 0.145 <i>g</i>	12.92	—	—
	16.33	2.013	8.1
	13.07	1.618	8.1
Nährlösung ohne Humate	2.06	0.238	8.3

Auch hier sind die Resultate dieselben, wie im vorigen Versuch. Es folgt also daraus, daß der Azotobakter in 200 *ccm* Nährlösung mit einem Gehalt von 4 *g* Glukose imstande war, im Verlauf von 10 Tagen bis 56 *mg* N<sub>2</sub> zu binden. Die mit Humaten aus Gar-

tenerde versetzten Kulturen ergaben bedeutend kleinere Stickstoffzuwächse, die um so geringer waren, je weniger davon der Nährlösung zugesetzt wurde. Aus der Bestimmung der verbrauchten Glukose folgt, daß während bei Gegenwart von Humaten aus Gartenerde die Menge des Stickstoffs in der Kultur auf 1 *g* verbrauchte Glukose 8 *mg* beträgt, sie bei Gegenwart von Humaten aus dem Versuchsfelde 17 *mg* ausmacht.

Bedeutend ungünstigere Resultate ergaben diejenigen Kulturen, in denen die Nährlösungen Humate aus Humussäuren, mit Salzsäure gekocht, enthielten. Hier sind durchwegs die Stickstoffzuwächse kleiner und unterscheiden sich voneinander verhältnismäßig wenig. Wenn wir die Mittelzahlen aus 2 Kulturen nehmen (Tab. XXXI), und die Abnahme des gebundenen Stickstoffs, die infolge der Verwendung von gekochten Humaten zur Nährlösung eingetreten ist, im Vergleich mit den  $N_2$ -Gewinnen bei Nährlösungen mit ursprünglichen Humaten berechnen, so kommen folgende Resultate heraus:

- |                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 1) für Humat aus Gartenerde . . . | 45 8%  |
| 2) " " " gekalkter Parzelle .     | 61·7 " |
| 3) " " " ungekalkter Parzelle     | 72·7 " |

Um wenigstens teilweise auf die Spur zu kommen, worauf die Unterschiede in der Wirkung von Humaten verschiedener Herkunft auf die Entwicklung des Azotobakters sowie die verminderte Reaktionsfähigkeit von mit HCl gekochten Humaten beruht, wurden folgende Untersuchungen über die Zusammensetzung dieser Stoffe und über die Änderungen, welche sie beim Kochen mit HCl erleiden, vorgenommen.

Vor allem haben wir auf diese Art der Behandlung der Humussubstanzen deswegen unser Augenmerk gerichtet, weil sie schon während ihrer Darstellung von Salzsäure beeinflusst werden können. Die Forschungen von Dojarenko (27) haben gezeigt, daß während des Kochens von Humusstoffen mit HCl in die Lösung bis zu 12% Stickstoff vom Typus der Amide übergehen, während auf Ammoniakstickstoff in den Humusstoffen nur sehr wenig davon entfällt. Nikitinsky (26) hat in den Humusstoffen bedeutend mehr Ammoniakstickstoff, der von den Organismen verbraucht wurde, gefunden, doch wie er sich später überzeugt hat, wurde dieser Ammoniakstickstoff ausschließlich durch die Einwirkung von HCl



auf den Humus gebildet. Hielt er bei seiner Darstellung gewisse Vorsichtsmaßregeln ein, so fand er ähnlich wie Dojarenko kaum Spuren davon; jedoch war die Entwicklung der Organismen auf derart hergestellten Humaten, die als Stickstoffquelle dienen sollten, bedeutend schwächer. Er schließt daraus und erhärtet es mit Zahlen, daß nur der Ammoniakstickstoff der Humusstoffe von den Organismen aufgenommen werden kann Reinitzer (25) ist der Ansicht, daß auch der stärker gebundene Stickstoff der Humusstoffe verwendet werden kann, während der Humus mit diesem stärker gebundenen Stickstoff, wenn er durch Kochen von Humussäure mit HCl erhalten worden ist, nicht mehr als Kohlenstoffquelle für die Organismen dienen kann. Schon aus diesen Tatsachen ist ersichtlich, wie der Wert der Humussubstanzen für die Organismen von ihrer Behandlung abhängt.

Um die Einwirkung der Salzsäure auf die Humussubstanzen fernzuhalten, waren wir nach der Fällung der Humussäuren mit HCl stets bemüht, die Substanzen durch sorgfältigstes Auswaschen möglichst davon zu befreien. Erst nach genauem Auswaschen wurden die Humussäuren auf dem Wasserbade getrocknet und sodann in Natron- oder Kalihydrat gelöst. Die erhaltenen Humate wurden zur Trockene verdampft. Der Gesamtstickstoff wurde darin durch Verbrennen mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nach Kjeldahl's Methode, alsdann der Ammoniakstickstoff durch Destillation der Lösungen mit Magnesia und schließlich der Stickstoff der Amide durch Kochen mit Salzsäure und Destillieren mit Magnesia nach vorheriger Neutralisation bestimmt. Die Resultate dieser Bestimmung sowie die Aschengehalte der 3 von uns angewandten Humate verschiedener Herkunft stellen wir in Tab. XXXIII zusammen.

(Siehe Tab. XXXIII, Seite 1019).

Wie wir sehen, nähern sich diese Zahlen den von Dojarenko angegebenen, unterscheiden sich aber untereinander so wenig, daß sie keine Anhaltspunkte zur Aufklärung der verschiedenen Wirkung der aus Gartenerde einerseits und aus der Erde der Versuchsfeldes anderseits extrahierten Humusstoffe auf die Entwicklung des Azotobaktters bieten.

Portionen zu je 5 g der oben besprochenen Humate wurden in Wasser gelöst und in 2%-iger HCl 3 Stunden lang gekocht. In

TABELLE XXXIII.

Stickstoffgehalt in dem humussauren Natrium verschiedener Herkunft.

	Gesamtstickstoff in %	NH <sub>3</sub> -Stickstoff in %	NH <sub>3</sub> -Stickstoff in % des Gesamtstickstoffes	Amidstickstoff in %	Amidstickstoff in % des Gesamtstickstoffes	Asche %
Humussaures Natrium aus Gartenerde	2·35	0·04	1·702	0·20	8·510	39·11
Humussaures Natrium aus der ungekalkten Parzelle des Versuchsfeldes . . . . .	3·47	0·08	2·305	0·29	8·357	29·55
Humussaures Natrium aus der gekalkten Parzelle des Versuchsfeldes . . . . .	3·44	0·08	2·325	0·27	7·907	31·35

den entstandenen Humussäuren wurde der Stickstoff abermals bestimmt. Die Resultate dieser Versuche zeigt Tab. XXXIV.

TABELLE XXXIV.

Die Art der hydrolysierten Humate	Aus 5 g Natriumhumaten wurde Humussäure hergestellt in g	Stickstoffgehalt in 5 g Natriumhumaten		Stickstoffgehalt der erhaltenen Humussäuren		Von dem Gesamtstickstoff der Humate sind in die Lösung übergegangen	
		%	mg	%	mg	%	mg
Natriumhumat aus Gartenerde . . . . .	3·605	2·35	117·5	1·67	60·2	48·8	57·3
Natriumhumat aus der gekalkten Parzelle des Versuchsfeldes . . . . .	2·412	3·47	173·5	2·54	61·3	64·7	112·2
Natriumhumat aus der ungekalkten Parzelle des Versuchsfeldes . . . . .	2·700	3·44	172·0	2·37	64·0	62·8	108·0

Aus diesen Ziffern erhellt, daß das aus Gartenerde dargestellte Humat während des Kochens mit HCl 48% seines Stickstoffs an

die Lösung abgibt, während die Humate aus der Erde des Versuchsfeldes 64·7, bzw. 62·8 N<sub>2</sub> liefern.

Dieser Versuch scheint demnach auf einen gewissen Parallelismus zwischen der Löslichkeit der Humussäure beim Kochen mit Salzsäure und ihrer physiologischen Wirkung auf die Stickstoffbindung durch Azotobakter hinzuweisen. Die physiologisch weniger wirksamen Humate aus Gartenerde zeigten sich nämlich weniger löslich beim Kochen mit Salzsäure als die wirksameren Humate aus der Erde des Versuchsfeldes. Auch spalteten die ersteren während dieses Kochens weniger Stickstoff in die Lösung ab als die letzteren. Außerdem scheint die Verminderung der physiologischen Wirksamkeit der Humate durch das Kochen mit Salzsäure der Menge des sich bei diesem Kochen abspaltenden Stickstoffs zu entsprechen. In der Tat ist aus den Zahlen obiger Versuche zu entnehmen, daß das Kochen mit Salzsäure zur Folge gehabt hat:

	Verminderung der physiologischen Wirksamkeit um	Überführung des Stick- stoffs in die Lösung in % des Gesamtstickstoffs
für Humate aus Gartenerde .	45·8%	48 %
für Humate aus der gekalkten Parzelle des Versuchsfeldes	61·7%	64·7%
für Humate aus der ungekalkten Parzelle des Versuchsfeldes	72·7%	62·8%

Diesem Parallelismus zwischen der physiologischen Wirksamkeit der Humusstoffe und ihrer Fähigkeit, beim Kochen größere oder kleinere Mengen Stickstoff abzuspalten und sich zu lösen, würde eine hohe theoretische Bedeutung zukommen, falls sich derselbe auch für Humusstoffe anderer Herkunft bestätigen sollte. Es war demnach angezeigt, diese Versuche zu wiederholen und sie auch auf aus anderen Bodenarten extrahierte Humate auszudehnen. Zu diesem Zwecke wurden 6 Monate später von neuem Humate aus derselben Gartenerde, aus der Erde des Versuchsfeldes aber außerdem noch aus drei anderen Erdarten von Zakopane und von Siersza in oben angegebener Weise dargestellt und zu den nächstfolgenden Untersuchungen verwendet. Um zunächst das Verhalten dieser Humate beim Kochen mit Salzsäure kennen zu lernen, wurde in denselben der Stickstoffgehalt bestimmt, dann gleiche Portionen der Humate fünf Stunden lang mit verdünnter Salzsäure am Rückfluß-



kühler gekocht, die Humussäure abfiltriert, getrocknet und gewogen und in derselben der Stickstoffgehalt von neuem bestimmt. Nach diesen Analysen wurde auch die Menge des beim Kochen von Humussäure mit HCl abgespaltenen Stickstoffs berechnet. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

TABELLE XXXV.

Erdarten die zur Darstellung von Na-Humaten verwendet worden waren	Stickstoffgehalt der ursprünglichen Na-Humate in %	Stickstoffgehalt der Na-Humate, die aus mit HCl gekochter Humussäure erhalten wurden, in %	Stickstoffmengen, welche beim Kochen der Humate mit Salzsäure gelöst wurden, in % der ursprünglichen Stickstoffmenge
1. Torf aus Zakopane . . . . .	2.391	1.353	63.24
2. Bergwiese in Zakopane . . . . .	2.982	1.727	68.54
3. Erde von einem Felde in Siersza . . . . .	2.877	2.100	74.70
4. Gartenerde . . . . .	2.954	2.100	49.52
5. Erde vom Versuchsfelde . . . . .	2.891	1.867	61.50

Aus diesen Zahlen ist zu entnehmen, daß durch Kochen mit Salzsäure aus den Humaten, welche aus dem Boden von Zakopane und Siersza gewonnen worden waren, noch mehr Stickstoff in Lösung gebracht wurde, als aus denjenigen, welche aus der Erde des Versuchsfeldes bereitet waren. Am widerstandsfähigsten war auch diesmal die Humussäure aus Gartenerde.

Um nun die physiologische Leistungsfähigkeit dieser Humate bei der Stickstoffbindung durch Azotobakter kennen zu lernen, wurde folgender Versuch ausgeführt.

Versuch XL. 200 ccm einer Nährlösung, welche 2% Glukose u. 0.05%  $K_2HPO_4$  enthielt, wurden mit je 5 mg  $N_2$  in Gestalt von Natriumhumaten versetzt. Nach Sterilisierung u. Infizierung mit Azotobakterkulturen wurden die Kolben 10 Tage lang im Thermostaten bei 28° C stehen gelassen. Nach Abzug des Stickstoffs der Kontrollkolben von dem in den Kulturen gefundenen fand man folgende Zuwächse desselben:

TABELLE XXXVI.

Stickstoffzuwächse in Azotobakterkulturen bei Gegenwart von Humaten verschiedener Herkunft.

Herkunft der Humate	Stickstoffzuwächse in Milligrammen		
	bei Gegenwart von mit HCl nicht gekochten Humaten	bei Gegenwart von mit HCl gekochten Humaten	ohne Zusatz von Humaten
Torf aus Zakopane	13.06	0.60	2.31
	9.35	2.84	2.38
	9.98	2.70	2.10
Bergwiese in Zakopane	21.88	13.20	—
	23.42	17.68	—
	26.92	17.68	—
Erde von einem bestellten Felde in Siersza	31.82	9.42	—
	31.26	9.28	—
	30.42	12.08	—
Gartenerde	34.13	26.08	—
	36.02	24.12	—
	33.36	22.16	—
Erde von dem Versuchsfelde	34.90	10.10	—
	38.54	19.64	—
	31.96	18.99	—
Früher gewonnener Humus aus der Erde des Versuchsfeldes	54.36	—	—
	55.20	—	—
	54.92	—	—

Der Vergleich der Zahlen dieser Tabelle mit denjenigen, welche in der Tabelle XXXV die Prozentmengen des beim Kochen der Humusstoffe mit Salzsäure sich abspaltenden Stickstoffs bezeichnen, läßt sofort erkennen, daß der nach den Versuchen XXXVIII und XXXIX vermutete Parallelismus zwischen der physiologischen Leistungsfähigkeit der Humusstoffe bei der Stickstoffbindung durch Azotobakter und ihrer Befähigung, beim Kochen mit Salzsäure größere oder kleinere Mengen Stickstoff abzuspalten, nicht besteht und daß er also in den obengenannten Versuchen nur ein zufälliger war. Es ist bemerkenswert, daß das zum zweitenmal aus der Erde des Versuchsfeldes dargestellte Na-Humat nicht mehr diese außerordentlich starke physiologische Leistungsfähigkeit besaß wie das erstbereitete und daß es nur eben so stark gewirkt hat wie das Humat aus Gartenerde. Diese Erscheinung muß um so mehr befremden, als die Humate beider Darstellungen sich beim

Kochen mit Salzsäure durchaus gleichartig verhielten und gleiche Stickstoffmengen an die Lösung abgaben.

Die Humate des Torfes aus Zakopane haben sich als physiologisch sehr wenig wirksam erwiesen, obwohl das Kochen in Salzsäure über 60% ihres Stickstoffs in Lösung gebracht hat.

Es ist demnach zur Zeit nicht möglich, aus dem Verhalten der aus verschiedenartigen Erden extrahierten Humusstoffe beim Kochen mit Salzsäure Schlüsse auf ihre physiologische Leistungsfähigkeit bei der Stickstoffbindung durch Azotobakter zu ziehen.

Jedenfalls steht so viel fest, daß verschiedenartige Humusstoffe je nach ihrer Herkunft und Darstellungsweise eine sehr ungleiche Wirkung auf die Entwicklung des Azotobakters und auf Stickstoffbindung durch denselben ausüben, zur Zeit wissen wir aber noch nicht, worauf diese Verschiedenheit zurückzuführen ist. Da es jedenfalls feststeht, daß das Kochen mit Salzsäure bedeutend die physiologische Wirksamkeit der Humusstoffe herabsetzt, so haben wir noch, und zwar ausschließlich mit Humusstoffen aus Gartenerde, folgende Versuche gemacht.

3 Portionen Natriumhumat zu je 5 g wurden in 300 ccm Wasser gelöst und zu diesen Lösungen je 40 ccm HCl zugesetzt, sodann in Kochflaschen mit Rückflußkühler gekocht. Die eine Portion wurde 5 Stunden, die zweite 15, die dritte 30 Stunden gekocht, die vierte nur mit Säure übergossen, jedoch nicht gekocht. Alsdann wurden die Niederschläge der Humussäuren auf Filtern gesammelt, getrocknet und gewogen. Die Filtrate wurden zusammen mit dem Spülwasser, jedes einzeln gesammelt und auf ein Liter gefüllt. Sowohl in den erhaltenen Humussäuren wie auch in den Filtraten wurde der Stickstoffgehalt bestimmt. Die Resultate dieser Bestimmungen enthalten Tab. XXXVII und XXXVIII.

(Siehe Tab. XXXVII u. XXXVIII, Seite 1024).

Aus obigen Zahlen ist ersichtlich, daß je länger die Humussäure mit HCl gekocht wird, sie in desto größerer Menge in die Lösung übergeht. Die Hauptmengen gehen gleich in den ersten Stunden des Kochens über, obgleich eine 30 Stunden lang gekochte Säure noch um 8% mehr an Gewicht verliert, als eine 5 Stunden lang gekochte. Die dabei erhaltenen Produkte sind an Stickstoff viel ärmer, da die in die Lösung übergehende Substanz stickstoffhaltiger ist als die ursprüngliche Humussäure: sie enthält ge-



Tabelle XXXVII.

Stickstoffgehalt der mit HCl gekochten Humussäuren.

	Die Mengen der Humus- säuren aus 5 g Humaten in g	Gewichtsver- minderung der Humus-säure beim Ko- chen mit HCl		Stickstoffge- halt der Hu- mussäuren		In die Lösung übergegangener Stick-stoff berechnet	
		g	%	mg	%	mg	in % der gelösten Substanz
Ohne Kochen mit HCl . . . . .	3.725	—	—	103.3	2.77	—	—
Nach 5-stündigem Kochen mit HCl . . . . .	2.485	1.240	33.3	53.1	2.14	50.2	4.05
Nach 15-stündigem Ko- chen mit HCl . . . . .	2.396	1.329	35.7	48.3	2.04	55.0	4.10
Nach 30-stündigem Ko- chen mit HCl . . . . .	2.196	1.529	41.0	40.6	1.85	62.7	4.10

Tabelle XXXVIII.

Stickstoffgehalt der Filtrate von Humussäuren.

	Stickstoffgehalt in mg		Verhältnis von NH <sub>3</sub> -Stickstoff zu dem Gesamt- Stickstoff	Stickstoffge- halt der zurück- gebliebenen Humussäuren (berechnet in)	
	NH <sub>3</sub> - Stickstoff	Gesamt- Stickstoff		mg	%
Ohne Kochen mit HCl. . . . .	4.03	17.3	0.23	100.2	2.69
Nach 5-stündigem Kochen mit HCl .	13.65	68.4	0.20	49.1	1.98
Nach 15-stündigem Kochen mit HCl .	16.10	71.6	0.23	45.9	1.92
Nach 30-stündigem Kochen mit HCl .	18.38	75.2	0.24	42.3	1.93

gen 4% N. In dieser Lösung ist das Verhältnis des durch Kochen mit Magnesia abspaltbaren Stickstoffs zum Gesamtstickstoff ohne Rücksicht auf die Kochdauer fast konstant und beträgt gegen 0.23.

Um festzustellen, welchen Einfluß ein kürzeres Kochen der Humussäure mit HCl auf die erstere ausübt, wurden neue, je 2 g betragende Portionen von Humat aus Gartenerde in je 150 ccm Wasser gelöst und nach Ansäuerung mit HCl gekocht. Die erste Portion wurde 2 Stunden lang, die zweite 4, die dritte 6 Stunden lang gekocht, die vierte dagegen nur mit HCl gefällt. Nach dem Kochen wurden die Niederschläge mit der Flüssigkeit in 250 ccm fas-

sende Kolben gebracht, diese bis zur Marke aufgefüllt und nach Klärung der Flüssigkeiten wurde in ihnen in je 100 *ccm* Portionen sowohl der Gesamt-, als auch der Ammoniakstickstoff bestimmt, während die Niederschläge der Humussäuren auf Filtern gesammelt, getrocknet und gewogen wurden. Die Resultate dieses Versuches enthält Tab. XXXIX.

Tabelle XXXIX.

	Die Menge der Humussäure aus 2 g Humaten in g	Gewichtsverlust der Humussäure bei dem Kochen mit HCl		In der Lösung mit HCl gefundene Stickstoffmengen		
		g	%	NH <sub>3</sub> -Stickstoff in mg	Gesamt-Stickstoff in mg	Verhältnis von NH <sub>3</sub> -Stickstoff zu dem Gesamt-N.
Ohne Kochen mit HCl . . . .	1.406	—	—	1.80	7.18	0.24
Nach 2 stündigem Kochen mit HCl	1.010	0.396	28.2	5.25	21.35	0.24
Nach 4-stündigem Kochen mit HCl	0.981	0.425	30.2	5.60	24.50	0.23
Nach 6-stündigem Kochen mit HCl	0.898	0.508	36.1	5.95	24.90	0.24

In Übereinstimmung mit dem vorhergehenden Versuche ging auch hier beim Kochen in den ersten Stunden die Hauptmenge der Humussäure in die Lösung über, und in der Lösung selbst war das Verhältnis des NH<sub>3</sub> zum Gesamtstickstoff konstant und betrug 0.24. Zieht man den in der Lösung gefundenen Stickstoff von demjenigen ab, der im ursprünglichen Humat vorhanden war, und berechnet daraus theoretisch den Gehalt des Stickstoffes in den erhaltenen Humussäuren, so mußte die nur durch Fällung erhaltene Humus-Säure 2.8%, dagegen die gekochten Säuren 2.5, 2.3, u. 2.4% Stickstoff enthalten.

Auch daraus würde hervorgehen, daß der Gehalt der Humussäuren an Stickstoff am meisten im Verlauf der ersten Stunden des Kochens mit HCl zurückgeht.

Reinitzer hat bekanntlich Humusstoffe mit HCl behandelt, um von ihnen vor allem stickstofffreie Substanzen zu trennen; wir sehen jedoch, daß sich auf diese Weise vorwiegend stickstoffreichere Körper abspalten.

Die während dieser Versuche erhaltenen Humussubstanzen wurden in der Folge für Nährlösungen des Azotobaktors verwendet.

Versuch XLI. Am 30. III. 1908 wurden 16 Kulturen zusammengestellt. Jede von ihnen enthielt je 200 *cm* Nährlösung, welche 2% Glukose und Humussäuren oder ihrer Salze in solcher Menge, daß in ihnen je 5 *mg* N<sub>2</sub> enthalten waren, zugesetzt bekam. Dieser Versuch dauerte 10 Tage, in deren Verlauf die Kulturen im Thermostaten bei 28° C verblieben. Nach Beendigung des Versuches wurden in den Kulturen die Stickstoffgewinne und die verbrauchte Glukose bestimmt. Die Resultate stellen wir in Tab. XL zusammen.

Tabelle XL.

Stickstoffgewinne in 200 *cm*<sup>3</sup> 2% Glukosenährlösung mit Humussubstanzen.

Humussäure-Verbindungen in der Nährlösung		Stickstoffgewinn in <i>mg</i>	Die Menge der verbrauchten Glu- kose in <i>g</i>	Stickstoffgewinn pro 1 <i>g</i> verbrauch- te Glukose in <i>mg</i>
Ohne Humusstoffe		2.04	—	—
		2.86	—	—
Humussaures Natrium	0.188 <i>g</i> aus nicht mit HCl gekochter Säure	24.06 22.94	— —	— —
	0.265 <i>g</i> aus 5 Stunden lang mit HCl gekochter Säure	14.40 16.90	— 1.794	— 9.4
	0.275 <i>g</i> aus 15 Stunden lang mit HCl gekochter Säure	12.79 14.01	— 1.425	— 9.8
	0.304 <i>g</i> aus 30 Stunden lang mit HCl gekochter Säure	16.50 14.08	— 1.385	— 10.2
Humussäure	0.198 <i>g</i> , 2 Stunden lang mit HCl gekocht	16.22 17.40	— 2.327	— 7.5
	0.181 <i>g</i> , 4 Stunden lang mit HCl gekocht	14.68 16.56	— 1.959	— 8.4
	0.201 <i>g</i> , 6 Stunden lang mit HCl gekocht	16.08 15.68	— 1.930	— 8.1

Diese Ziffern bestätigen vollkommen die in Versuch XXXVIII erhaltenen Resultate und zeigen in Übereinstimmung mit diesen,



daß die mit HCl gekochten Humussäuren oder die daraus hergestellten Humate einen minder günstigen Einfluß auf die Stickstoffbindung seitens des Azotobaktters ausüben, als die ursprünglichen in der Kälte erhaltenen Humate. Entscheidende Unterschiede zwischen den länger oder kürzer mit HCl gekochten Humussäuren oder ihren Salzen lassen sich nicht beobachten. Überall hat sich die Stickstoffbindung im Vergleich mit dem, was die ungekochten Humate liefern, bis auf  $\frac{2}{3}$  vermindert. Alsdann scheint es, den Bestimmungen der verbrauchten Glukose nach zu urteilen, als ob bei Gegenwart von löslichen Humaten der Verbrauch von Glukose in Berechnung auf Stickstoffbindung ökonomischer wäre, als in denjenigen Fällen, wo die Nährlösung unlösliche Humussäuren enthält. Das Gesamtergebnis dieser Untersuchungen läßt als den die Azotobakterentwicklung günstig beeinflussenden Faktor speziell denjenigen Teil der Humussäure vermuten, welcher in den ersten Stunden des Kochens mit HCl in die Lösung übergeht. Aus den besprochenen Versuchen folgt, daß mit diesem Humusteil, welcher sich beim Kochen desselben mit HCl löst, nach 5-stündigem Kochen gleichzeitig 58% des Gesamtstickstoffs, nach 2-stündigem 45% und schon beim bloßen Ansäuern der Lösung der Humate bis 15% in die Lösung übergeht. Jedenfalls halten wir diese Frage für wichtig genug, um sie näher zu untersuchen. Durch solche kombinierte chemische und physiologische Untersuchungen ließe sich vielleicht etwas Licht auf die chemisch-biologische Bedeutung der Humussubstanzen werfen und dabei feststellen, wovon ihr Wert für die Bodenbakterien abhängt.

#### 4. Wirken die Humusstoffe auf die Entwicklung des Azotobaktters als Stickstoffquelle?

Bei der Beurteilung der Bedeutung der Humusstoffe für die Stickstoffbindung durch Azotobakter drängt sich von selbst die Frage auf, ob vielleicht die Humusstoffe gerade durch Lieferung gewisser Mengen von Stickstoff auf die Entwicklung des Azotobaktters wirken. Für eine solche Vermutung würde die bekannte von Winogradsky (28) festgestellte Tatsache sprechen, daß kleine Mengen von Stickstoff in Form von Salpeter oder Ammoniumsalzen eine stärkere Stickstoffbindung in seinen Kulturen von *Clostridium Pasteurianum* verursachen. In Erwartung ei-

ner gleichen Wirkung hat auch Beijerinck den Nährlösungen Erde und Löhnis Erdeextrakt zugesetzt, indem er annahm, daß die dort enthaltenen geringen Stickstoffmengen die Entwicklung des Azotobaktters fördern würden. Doch keiner von den letztgenannten Forschern hat versucht, experimentell zu prüfen, ob tatsächlich geringe Mengen von Stickstoffverbindungen auf die Entwicklung des Azotobaktters anregend wirken.

Bevor man darum die Annahme akzeptieren konnte, daß der günstige Einfluß des Humusstoffes auf die Entwicklung des Azotobaktters darauf beruht, daß der Humus diesem Mikroben Stickstoff zuführt, mußte man sich vorher erst überzeugen, ob tatsächlich die Einführung von geringen Mengen irgend welcher anderen, für gewöhnlich eine gute Stickstoffnahrung für die Bakterien darstellender Stickstoffverbindungen die Entwicklung des Azotobaktters fördert und dessen Stickstoffbindung vermehrt. Der Lösung dieser Aufgabe war der folgende Versuch gewidmet.

Versuch XLII. Zusammengestellt waren 26 Kulturen. Der für jede Kultur bestimmten Nährlösung in einer Menge von 200 *ccm*, die  $1\frac{1}{2}\%$  Glukose enthielt, wurden je 5 *mg* N<sub>2</sub> in verschiedenen Verbindungen, auch Humus<sup>1)</sup> miteinbegriffen, zugesetzt.

Die Kolben wurden nach der Infizierung 10 Tage lang im Thermostaten bei 28° C stehen gelassen. Die Versuchsergebnisse gibt Tab. XLI an.

(Siehe Tab. XLI, Seite 1029).

Wie wir sehen, hat keine der uns zur Verfügung stehenden Stickstoffverbindungen den Azotobakter zu einer solchen Entwicklung anzuregen vermocht wie das natürliche Natriumhumat.

Da man vermuten könnte, daß vielleicht erst bei Gegenwart von Humus diese Stickstoffverbindungen durch den Azotobakter aufgenommen werden können, so wurde noch der folgende Versuch ausgeführt.

Versuch XLIII. Am 8/VII. 1907 wurden in derselben Weise wie früher 28 Kolben zusammengestellt, nur mit dem Unterschiede,

<sup>1)</sup> In allen Präparaten wurde der Stickstoff besonders bestimmt. Es zeigte sich dabei, daß das Glutaminpräparat kaum die Hälfte der darin vermuteten Stickstoffmenge enthielt. Erst später wurde man gewahr, daß es das sog. „Glutaminchlorhydrat“ aus der Fabrik Gebr. Kunert war.

Tabelle XLI

Stickstoffgewinne in den  
5 mg gebundenen Stickstoff  
enthaltenden Nährlösungen.

Art der N-Verbin- dung in der Nährlösung	Stickstoffgewinn in mg
Ohne Stickstoff	1.62 1.41
$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	-0.86 -0.44
$\text{KNO}_2$	0.05 —
$\text{KNO}_3$	0.12 —
Glykokoll	1.49 1.21
Harnstoff	0.72 0.93
Asparagin	0.41 1.18
Glutamin	1.54 1.96
Alanin	1.18 1.39
Leucin	1.30 1.65
Tyrosin	0.86 2.38
Pepton	1.59 1.59
Humussaures Natrium aus Erde 0.172 g	21.26 21.82

Bulletin III.

Tabelle XLII.

Stickstoffgewinne in 20.0 ccm 2% Glukosenähr-  
lösung, welche 5 mg Stickstoff und Humate aus  
Zucker enthält

Art der N-Verbindungen in der Lösung	Stickstoff- gewinne in mg
Ohne Stickstoff u. ohne Humate	2.32 —
Ohne Stickstoff, mit Na-Humaten	2.45 2.31
Na-Humate + $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	0.81 0.71
„ + $\text{KNO}_2$	0.09 0.23
„ + $\text{KNO}_3$	-0.33 0.23
„ + Glykokoll	1.86 2.35
„ + Harnstoff	1.32 3.26
„ + Asparagin	2.63 1.58
„ + Glutamin	1.95 2.51
„ + Alanin	2.63 2.63
„ + Leucin	2.76 2.48
„ + Tyrosin	2.56 2.56
„ + Pepton	2.63 1.79
Na-Humat aus Erde	20.63 21.52

13



daß außer den Stickstoffverbindungen den Nährlösungen je 0.17 g Natriumhumat, aus Zucker dargestellt, zugesetzt wurden. Die Stickstoffverbindungen wurden überall in Mengen, die je 5 mg N enthielten, verabreicht. Der Versuch dauerte 10 Tage. Die Kolben standen im Thermostaten bei 28° C. Die Versuchsergebnisse zeigt Tab. XLII.

(Siehe Tab. XLII, Seite 1029).

Auch diesmal hat also nur der natürliche Humusstoff einen günstigen Einfluß auf die Entwicklung des Azotobakters ausgeübt. Angesichts der übereinstimmenden Resultate der beiden beschriebenen Versuche, welche zeigen, daß eine Zufuhr von Stickstoff in irgend welcher Form seiner Verbindungen mit Ausnahme von Humus auf die Entwicklung des Azotobakters überhaupt nicht einzuwirken vermag, bliebe nur eine von den beiden Alternativen übrig, d. h. daß entweder der Humus die einzige Stickstoffverbindung ist, welche dem Azotobakter Stickstoff liefern kann, oder aber daß der Einfluß des Humusstoffes auf die Entwicklung des Azotobakters nicht auf der Versorgung desselben mit Stickstoff, sondern auf irgend einer anderen Wirkung desselben beruht.

In dem folgenden Versuche, welcher in größerem Maßstabe zur näheren Untersuchung des Stoffwechsels während der Entwicklung des Azotobakters ausgeführt wurde, waren wir unter anderem auch bemüht, analytisch festzustellen, ob der den Nährlösungen zugesetzte Humusstoff einen Teil seines Stickstoffs an den Azotobakter abgibt, oder ob wir instande sind, den mit dem Humusstoff zugesetzten Stickstoff am Ende des Versuches in seiner ganzen Menge in dem Humus selbst wieder aufzufinden.

Versuch XLIV. Am 24/IV. 1908 wurde in 6 großen Erlenmeyer-Kolben eine Reinkultur von Azotobakter infiziert. Jeder Kolben wurde mit 250 ccm Nährlösung beschickt, welche je 5 g Glukose, 0.05%  $K_2HPO_4$  und je 0.181 g Natriumhumat aus Erde vom Versuchsfelde mit 6.25 mg N-Gehalt enthielt. Die Kulturen verblieben 12 Tage lang im Thermostaten bei 28° C. Nach Beendigung des Versuches wurde die Nährlösung vom Azotobakter mittels einer Zentrifuge getrennt, die uns im Veterinär-Institut von Prof. Dr. J. Nowak gütigst zur Verfügung gestellt wurde. Die auf der Zentrifuge mehrmals mit Wasser durchgewaschene Bakterienmasse wurde schließlich in einen 150 ccm fassenden Kolben gesammelt.

Die ganz klare, von den Bakterien befreite Nährlösung wurde in einen 2 l großen Kolben gegossen. Hier wollen wir die Resultate der Versuche über die Bakterienmasse und über die davon getrennte Nährlösung in Kürze angeben:

Die Trockensubstanz der innerhalb von 12 Tagen in den 6 Kolben gezüchteten Bakterien wog 3·9986 g. An Gesamtstickstoff wurde darin 8·9%, an Eiweißstickstoff 8·6% gefunden. Insgesamt waren in den Bakterien 356·48 mg N, in der von ihnen getrennten Nährlösung 100·10 mg N vorhanden.

Die der Nährlösung zugesetzte Glukose enthielt 82·7% eigentliche Glukose, in der Nährlösung verblieben <sup>1)</sup> 0·481 g, somit hatten die Bakterien 24·329 g davon verbraucht; oder mit anderen Worten, der Azotobakter hat zur Bildung von 1 g seiner Trockenmasse in diesem Falle je 6·1 g Glukose verbraucht.

Flüchtige Säuren befanden sich in der Nährlösung nicht. Um sie auf ihren Gehalt von Alkohol zu prüfen, wurde die Hälfte der ganzen abzentrifugierten Nährlösung durch mehrmalige Destillation bis auf ein Volum von wenigen *ccm* reduziert. Diese Flüssigkeit wog zusammen mit dem Pyknometer bei 21° C 54·8733 g, während Wasser unter denselben Bedingungen 54·8732 g wiegt; Alkohol war also in der Nährlösung nicht vorhanden.

Der Rückstand nach der Destillation wurde abermals zur Stickstoffbestimmung verwendet, und es wurden darin 49·35 mg N gefunden, was auf die ganze Nährlösung umgerechnet 98·7 mg N ausmacht. Somit hat diese und die vorige Bestimmung ergeben, daß die Nährlösung im Mittel 99·40 mg N enthält. Die Gesamtsumme des in den Bakterien und in der Nährlösung gefundenen Stickstoffs beträgt 455·88 mg.

Wenn wir nun von der ganzen Summe des in den Kulturen gefundenen Stickstoffs denjenigen abziehen, welcher in die Nährlösung mit Glukose und dem Humus eingeführt wurde, so wird der reine Stickstoffgewinn 401·13 mg ausmachen.

Zur Bindung dieses Stickstoffs wurden 24·329 g Glukose verbraucht. So hat also der Azotobakter beim Verbrauch von 1 g Glukose je 16·49 mg N gebunden, was mit den Resultaten des Versuchs XXXIX übereinstimmt.

<sup>1)</sup> Die Glukosebestimmung in der Nährlösung ergab sowohl ohne Abscheidung des Humusstoffes wie auch nach Abscheidung desselben ganz identische Resultate.

Ein Umstand fällt hier besonders auf, u. z. daß wir in der Nährlösung nach der Absonderung der Bakterien 99·40 *mg* N gefunden haben, während in die Nährlösung mit dem Humus und der Glukose nur knapp 54·75 *mg* N eingeführt worden waren. Diese Differenz ist zu groß, als daß man sie irgend welchen unterlaufenen Fehlern zuschreiben könnte. Als wir in der vom Azotobakter getrennten Portion der Nährlösung den Humusstoff mit Säure gefällt haben, betrug die in dem Niederschlag gefundene Stickstoffmenge, auf die ganze Kultur umgerechnet, 31·64 *mg* N, während die Nährlösung allein nach Abscheidung von Humus 67·76 davon enthielt. Die der Nährlösung zugesetzten Humusstoffe enthielten dagegen 37·50 *mg* N. Es könnte also den Anschein haben, als ob sie im Verlauf des Versuches 5·86 *mg* verloren hätten. In Wirklichkeit ist die Erklärung für diese Verluste eine ganz andere. Haben wir doch bei der bloßen Ansäuerung der Humuslösung gesehen, daß in die Flüssigkeit bis 15% des gesamten Humusstickstoffs übergingen; dem Gewichte nach würden also von den zum Versuche verwandten Humussubstanzen in der Lösung 5·6 *mg* Stickstoff verblieben sein.

Wenn wir diese 5·6 *mg* zu den in dem Humusniederschlag gefundenen 31·64 *mg* hinzufügen, so finden wir am Ende des Versuches zusammen 37·24 *mg* Humusstickstoff gegenüber der Anfangsmenge von 37·5 *mg*, d. h. wir finden den ganzen, ursprünglich zugesetzten Humusstickstoff wieder, woraus somit zu folgern wäre, daß der Humusstickstoff zur Ernährung des Azotobaktters gar nicht verwendet wurde.

Wenn wir nun die bisher erzielten Resultate zusammenfassen, so kommen wir zu dem Schluß, daß die Humusstoffe nicht als Stickstoffquelle, sondern auf irgend eine andere, vorläufig uns unbekannte Weise den Azotobakter zu einer üppigeren Entfaltung seiner Lebensfunktionen und zu einer energischeren Stickstoffbindung anregen. Wie sich dieser Einfluß tatsächlich äußert, darüber könnte man vorläufig nur hypothetisch urteilen. Es ist möglich, daß hier die Hauptrolle den mineralischen Bestandteilen des Humusstoffes oder vielleicht sogar dessen physikalischen Eigenschaften zufällt.

Wenn wir nunmehr von dem nach der Humusabscheidung in der Lösung verbliebenen Stickstoff sowohl denjenigen Stickstoff, der möglicherweise durch die Humusstoffe (5·6 *mg*) in der Lösung verblieben sein könnte, als auch denjenigen, der in die Nährlösung



durch die Glukose und das Wasser (17.25 *mg*) gekommen sein könnte, abziehen, so bleiben doch in der Flüssigkeit 44.65 *mg* N, d. h. 13.13% des gesamten, durch den Azotobakter aus der Luft geschöpften Stickstoffs, und diese sind aus den Zellen des Azotobakters nach außen in die Flüssigkeit gedrungen.

Nun drängt sich die Frage auf, ob diese Diffusion der Stickstoffverbindungen aus den Azotobakterzellen eine normale, schon bei Lebzeiten dieser Mikroben eintretende Erscheinung ist, oder ob sie erst nach deren Absterben stattfinden kann. In biologischer Hinsicht ist diese Frage äußerst wichtig; denn wenn schon der lebende Azotobakter Stickstoffverbindungen, die er aus atmosphärischem Stickstoff gebildet hat, ausscheidet, so kann er auch zu seinen Lebzeiten einen Vermittler bei der Aufnahme von atmosphärischem Stickstoff seitens anderer Pflanzen spielen.

Die Stickstoffzunahme in der vom Azotobakter getrennten Nährlösung haben wir immer dort Gelegenheit zu beobachten gehabt, wo sich die Notwendigkeit der Stickstoffbestimmung in der (durch Fällen mit HCl) von Humusstoffen befreiten Nährlösung deswegen herausstellte, weil wir Portionen dieser Nährlösung dazu benutzten, um in ihr den durch den Azotobakter nicht verbrauchten Zucker zu bestimmen. Diese Beobachtung stimmt allerdings nicht mit den in dieser Angelegenheit von Beijerinck, Gerlach & Vogel wie auch von Stoklasa ausgesprochenen Ansichten überein, sie findet jedoch ihre Bestätigung in anderen Forschungsergebnissen. So hat beispielsweise Lipman Stickstoff im Filtrat von Azotobakterkulturen nach einer Fällung mit Phosphorwolframsäure Stickstoff gefunden. In dem ersten wie in dem zweiten Falle wurden die Bakterien durch die zugesetzte Säure abgetötet. Somit zeugt der im Filtrat gefundene Stickstoff durchaus nicht davon, daß die Stickstoffverbindungen durch lebende Azotobakterzellen ausgeschieden worden sind. In dem oben besprochenen Versuche finden wir Stickstoff in einer Nährlösung, auf welche die Säure nicht eingewirkt hat und die von den Bakterien abzentrifugiert war. Doch können wir auch hier nicht mit aller Sicherheit behaupten, daß die Stickstoffverbindungen durch Zellen des Azotobakters während seiner Entwicklung nach außen ausgeschieden worden sind; denn es ist nicht ausgeschlossen, daß sie auf mechanischem Wege durch die Zentrifugalkraft während des Rotierens nach außen ausgepreßt wurden, obgleich andererseits Lipman nicht nur im Filtrat der Nährlösung nach ihrer Fällung mit

Phosphorwolframsäure oder mit Bleiazetat Stickstoff gefunden hat, sondern auch in der direkt von Bakterien abfiltrierten Flüssigkeit. Doch auch angenommen, daß die in der von den Bakterien gesonderten Nährlösung gefundenen Stickstoffverbindungen aus denselben während des Zentrifugierens nicht herausgeschleudert worden sind, so bleibt noch die Frage unentschieden, ob sie in die Nährlösung wirklich aus den lebenden Azotobakterzellen oder vielleicht nur aus einigen bereits abgestorbenen hereingekommen sind. Die Lösung dieser Frage wäre sehr erwünscht.

## VI. Die Wirkung einiger Einflüsse auf die Tätigkeit des Azotobaktters.

### 1. Der Einfluß der Temperatur auf die Stickstoffbindung seitens des Azotobaktters.

Nachdem wir in den Humusstoffen ein vorzügliches Mittel zur Steigerung der Entwicklung des Azotobaktters, mit dessen Hilfe wir binnen kurzer Zeit sehr große Stickstoffzuwächse in den Kulturen erzielen können, gefunden haben, ist uns dadurch möglich geworden, die Einwirkung gewisser äußerer Faktoren, wie der Temperatur, des Alters der Kultur und ihrer Herkunft, sowie den Einfluß anderer Organismen auf die Azotobakterentwicklung zu untersuchen.

Inbetreff des Einflusses der Temperatur besitzen wir ziemlich übereinstimmende Beobachtungsergebnisse, nur die Angaben Freudenreichs über die günstige Entwicklung des Azotobaktters bei 37° C (8) würden eine Bestätigung erheischen. In unseren Versuchen haben wir also unser Augenmerk nicht nur auf die Stickstoffzunahmen, die wir bei verschiedenen Temperaturen erzielt haben, sondern auch gleichzeitig auf den eigentlichen Verbrauch von Glukose gerichtet.

Versuch XLV. Am 21/XI. 1907 wurden 12 Kolben mit je 200 ccm Nährlösung beschickt, die je 3 g (= 2.497 g) Glukose und 0.3 g Na-Humat aus Gartenerde enthielt. Der Versuch dauerte 9 1/2 Tag.

3	Kolben	wurden	im	Keller	bei	9° C,
3	"	"	"	bei	Zimmertemperatur	
3	"	"	"	im	Thermostaten	bei 28° C,
3	"	"	"	"	"	bei 33° C gehalten

Die Resultate des Versuches folgen in Tab. XLIII.

(Siehe Tab. XLIII, Seite 1036).

Versuch XLVI. Es wurden 12 Kolben ebenso wie beim vorigen Versuch beschickt. 4 von ihnen blieben bei Zimmertemperatur, 4 im Thermostaten bei 20° C und 4 bei 28° C. Nach 10 Tagen wurde der Versuch abgeschlossen; die Resultate folgen in Tab XLIV.

(Siehe Tab. XLIV, Seite 1036).

Bei Vergleich der bei diesen beiden Versuchen bei 28° C und bei Zimmertemperatur erhaltenen Stickstoffzuwächse sehen wir den günstigen Einfluß der Verlängerung des Versuches um 2 Tage auf die Stickstoffbindung. Außerdem zeigen die Resultate des ersten von ihnen, daß der Azotobakter bei 9° C sich überhaupt nicht entwickelt, — die stärkste Entwicklung erreicht er bei 28° C — während er nur eine schwache Entwicklung bei Zimmertemperatur und bei 33° C zeigt. Aus dem zweiten Versuche kann man folgern, daß die Entwicklung des Azotobakters bei 20° C bedeutend schwächer ist als bei 28° C, während sie hinwiederum bei Zimmertemperatur noch bedeutend schwächer ist als bei 20° C. Es ist daraus leicht ersichtlich, welche Vorsicht bei allen Schlußfolgerungen geboten ist, die aus den zu verschiedenen Zeiten in schwankender Zimmertemperatur vorgenommenen Versuchen mit dem Azotobakter gezogen werden. Betrachten wir nunmehr den Verbrauch an Glukose, so wird es sich zeigen, daß er in Temperaturen unterhalb 20° C im Verhältnis zur Stickstoffbindung unvergleichlich weniger ökonomisch ist, als bei 28° C.

Das Gesamtergebn unserer Versuche stimmt also mit der allgemein anerkannten Ansicht überein, daß das Optimum der Temperatur für den Azotobakter bei 28° C liegt; es kann sich allerdings auch bis 30° C erstrecken, doch eine Temperatur von 33° C ist für ihn entschieden ungünstig; angesichts dessen lassen die Beobachtungen von Freudenreich in uns gewisse Zweifel an ihrer Richtigkeit aufsteigen. Die Versuche von Löhnis (5) über den Einfluß der Temperatur auf den Azotobakter können nicht als maßgebend gelten, u. zw. wegen der geringen Stickstoffzuwächse, die dabei erzielt wurden: innerhalb 3 Wochen wurden nirgends 2 mg N-Zuwachs erreicht.



TABELLE XLIII.

Stickstoffgewinne in 200 *ccm* 1·5% Glukosenährlösung bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur	Stickstoffge- winn in <i>mg</i>	Die Menge der ver- brauchten Glukose in <i>g</i>	Stickstoffge- winn pro 1 <i>g</i> verbrauchte Glukose in <i>mg</i>
9° C	—0·46	—	—
	—0·62	—	—
	—0·59	0·11	—
Zimmertemperatur	1·48	—	—
	0·98	0·22	4·45
	1·73	0·29	6·00
28° C	23·74	—	—
	23·74	2·03	11·7
	23·85	2·09	11·4
33° C	3·09	—	—
	8·10	0·63	12·9
	4·67	0·43	10·8

TABELLE XLIV.

Stickstoffgewinne in 200 *ccm* 1·5% Glukosenährlösung bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur	Stickstoffge- winn in <i>mg</i>	Die Menge der ver- brauchten Glukose in <i>g</i>	Stickstoffge- winn pro 1 <i>g</i> verbrauchte Glukose in <i>mg</i>
Zimmertemperatur	7·52	0·95	7·9
	7·88	—	—
	9·56	—	—
	8·16	—	—
20° C	17·34	1·34	12·9
	18·24	—	—
	20·06	—	—
	17·12	—	—
28° C	28·50	2·30	12·4
	27·14	—	—
	27·20	—	—
	27·62	—	—

## 2. Einfluß des Alters und der Herkunft des Azotobaktters.

Auf Grund der Versuche von Gerlach und Vogel (4) hat sich allgemein die Ansicht gebildet, daß die Fähigkeit des Azotobaktters zur Stickstoffbindung mit dem Alter seiner Kultur abnimmt. Diese Meinung wurde auch von A. Koch (11) und Löhnis unterstützt (5), welche sogar die geringen von Beijerinck und van Delden erhaltenen Stickstoffzuwächse dem Alter der Kultur zuzuschreiben geneigt sind. Die Pillai'schen Untersuchungen (7), die ebenfalls als Stütze für diese Ansicht dienen sollten, bestätigen sie u. E. nach nicht. Zwar findet Pillai, daß der von ihm isolierte Azotobakter innerhalb 3 Wochen bei Zimmertemperatur 1·96 und 1·82 *mg* N bindet, indessen zeigte ihm eine vor 3 Jahren von Löhnis erhaltene Kultur Stickstoffzuwächse von nur 0·42 u. 0·52 *mg*, wobei jedoch dieselbe Kultur in Löhnis' Versuchen, die vor 3 Jahren mit dieser Kultur ausgeführt sind, bei 20° C ebenso kleine Stickstoffzuwächse ergeben hat: 0·84 u. 0·00 *mg*. Solch kleine Zuwächse eignen sich überhaupt nicht dazu, um aus ihnen irgendwelche Schlußfolgerungen inbetreff des Einflusses, welchen das Alter der Kultur des Azotobaktters auf die Stickstoffbindung ausüben kann, zu ziehen.

Doch auch in den Versuchen derjenigen Forscher, die größere Zuwächse beobachtet hatten (Lipman [14]), finden wir keine ausreichenden Beweise für jene vermeintliche Schwächung der Fähigkeit für die Stickstoffbindung in älteren Kulturen. Aus diesem Grunde war es angezeigt, daraufhin die Resultate der Versuche von Gerlach und Vogel zu prüfen.

Im Verlauf unserer Versuche haben wir mehrmals den Azotobakter desselben Erdbodens isoliert und seine Kulturen gesondert gezüchtet. Diese haben uns auch das Material für die folgenden Versuche geliefert.

Versuch XLVII. Am 21/XI 1907 wurden Azotobakterkulturen mit je 200 *ccm* Nährlösung versetzt, welche 1·5% Glukose mit 0·3 *g* Na-Humat aus Gartenerde enthielt. Die Nährlösungen wurden mit 14- und 220-tägigem Azotobakter geimpft. Nach 10-tägiger Züchtung bei 28° C wurden folgende Stickstoffgewinne festgestellt:

14-tägiger Azotobakter	220-tägiger Azotobakter
22·41 <i>mg</i>	23·74 <i>mg</i>
23·60 „	23·74 „
—	23·85 „

Versuch XLVII. Am 30/III. 1908 wurden mit ebendenselben, somit bereits um 130 Tage älteren Kulturen und mit der ursprünglichen, von Prof. Beijerinck gelieferten Kultur, inbetreff derer Prof. Beijerinck selbst noch zu Anfang 1907 vermerkt hat, daß es eine alte Kultur sei, und schließlich mit einer sehr jungen Kultur, deren Isolierung viele Schwierigkeiten bereitet hatte und die aus einer ungekalkten Parzelle unseres Versuchsfeldes stammte, Versuche angestellt.

Dieser Versuch, bei 28° C ausgeführt, dauerte 10 Tage und lieferte folgende Stickstoffgewinne:

TABELLE XLV.

Alte Originalkultur Beijerincks	Kultur von der gekalkten Parzelle des Versuchsfeldes		Sehr junge Kultur von der ungekalkten Parzelle des Ver- suchsfeldes
	350-tägige	144-tägige	
9.36 <i>mg</i>	20.20 <i>mg</i>	25.62 <i>mg</i>	14.82 <i>mg</i>
10.55 "	21.12 "	22.73 "	13.42 "

Wir sehen, daß unser Azotobakter sich in diesem Versuche ebenso wie im vorhergehenden verhält.

Wenn wir die mit unserem Azotobakter erhaltenen Stickstoffzuwächse der Reihe nach zusammenstellen, so finden wir keinen Beweis dafür, daß er an seiner Fähigkeit zur Stickstoffbindung infolge seiner ein Jahr andauernden Züchtung etwas eingebüßt hätte.

TABELLE XLVI.

14-tägiger Azotobakter	144-tägiger A.	220-tägiger A.	350-tägiger A.
22.41	25.62	23.74	20.20
23.60	22.73	23.74	21.12
		23.85	

Wir stellen jedoch in diesem letzten Versuche eine geringere Fähigkeit zur Stickstoffbindung desjenigen Azotobakters fest, welcher aus der ungekalkten Parzelle gewonnen worden war, wie auch



bei dem von Prof. Beijerinck erhaltenen ursprünglichen Azotobakter. Was den letzteren anbelangt, so haben wir schon früher die Gelegenheit gehabt, seine geringere Fähigkeit zur Stickstoffbindung zu beobachten. Besonders im Versuch vom 10—19/VII. 1907 fanden wir bei unserem Azotobakter und bei demjenigen des Prof. Beijerinck folgende Stickstoffzuwächse:

TABELLE XLVII.

	Nährlösungen ohne Humusstoffe	Nährlösung mit Humusstoffen
Beijerincks Azotobakter	2·88	7·86
	2·60	11·08
Azotobakter von Krakau	1·48	21·58
	1·48	20·88

Vergleichen wir diese Zahlen mit den oben angeführten für den Original-Azotobakter, so zeigt es sich, daß auch dieser während 9 Monate langer Züchtung bei uns sich überhaupt nicht verändert hat. Mit einem Wort: Beweise für ein Altern der Azotobakterkulturen finden wir im Verlauf von einem Jahr überhaupt nicht.

Jedoch wir haben gesehen, daß der Original-Azotobakter ebenso wie der unsrige von ungekalkter Parzelle bedeutend weniger Stickstoff bindet, als der Azotobakter, mit dem wir ständig unsere Versuche angestellt haben. Dieses abweichende Verhalten des Original-Azotobakters oder auch des von uns aus der ungekalkten Parzelle isolierten wäre eine Bestätigung für die Ansichten von Ashby (16), Lipman (14) u. Perotti (29) über das Vorhandensein gewissermaßen verschiedener physiologischer Rassen des Azotobakters, die zuweilen sogar gewisse morphologische Unterschiede aufweisen. Nehmen wir dagegen an, daß der von uns aus der ungekalkten Parzelle isolierte Azotobakter sich als eine andersartige physiologische Rasse im Verhältnis zu dem in der daneben liegenden Parzelle wachsenden Azotobakter, welche vor dreizehn Jahren gekalkt worden ist, herausstellt, so kann man wohl kaum vermuten, daß noch vor der Kalkung diese beiden Parzellen von verschiedenen Azotobakterrassen schon bewohnt gewesen sein sollten; vielmehr sollte man meinen, daß vor der Kalkzusatzung zu einer der Parzellen, beide von einem Azotobakter mit gleichen Eigenschaften

bewohnt waren, daß dagegen die Ausbildung zweier physiologisch verschiedener Azotobakterrassen lediglich die Folge der Kalkung einer von diesen beiden Parzellen ist.

Die Sache würde demnach analog den Versuchsergebnissen von Nobbe u. Hiltner betreffend das Entstehen von physiologischen Bakterienrassen der Leguminosenknöllchen sein, die sich auch sehr schnell umgestalten können.

Um festzustellen, ob beispielsweise die Durchführung der Bakterien von geringerer Fähigkeit zur Stickstoffbindung durch einen Nährboden mit Humussubstanzen nicht schon ihre physiologischen Eigenschaften dahin abändern könnte, daß ihre Fähigkeit zur Stickstoffbindung gehoben wird, dazu wurde folgender Versuch an- gestellt:

Versuch XLIX. Am 30/X. 1907 wurden Azotobakterkulturen mit 200 *ccm* Nährlösung hergestellt, welche 1·5% Glukose mit oder ohne Zusatz von 0·3 *g* Natriumhumat enthielt. Der Azotobakter wurde zu diesen Nährlösungen aus Kulturen mit und ohne Humuszusatz übergeimpft. Nach 10-tägiger Züchtung bei 28° C erhielt man folgende Stickstoffzuwächse:

TABELLE XLVIII.  
Stickstoffgewinne in *mg*

Zusammensetzung der Nährlösung	Azotobakter Original-Kultur von Beijerinck		Azotobakter aus dem Versuchsfelde bei Krakau	
	Impfmateri- al von Glukose- humatagar- platte	Impfmateri- al von Glukose- agarplatte	Impfmateri- al von Glukose- humatagar- platte	Impfmateri- al von Glukose- agarplatte
Glukose	3·50	3·22	2·03	2·94
	2·20	2·94	3·08	1·89
Glukose, Na-Humat	14·49	12·39	27·04	26·39
	—	—	28·07	28·56

Wie aus obigen Ziffern folgt, hat die Verpflanzung des Azotobakters in eine ihn sehr günstig beeinflussende Nährlösung seine Eigenschaft gar nicht geändert. Der Originalazotobakter Beijerinck's

bindet ständig den Stickstoff schwächer als der unsrige, obwohl er dem Einfluß der Humussubstanzen ebenfalls stark unterliegt.

### 3. Der Einfluß anderer Bakterien auf den Azotobakter.

Zu den Untersuchungen über den Einfluß anderer Bakterien auf die Stickstoffbindung seitens des Azotobakters haben wir Organismen benutzt, die sich in der Nährlösung mit Glukose nach ihrer Infizierung mit pasteurisierter Erde entwickelten, in der Zusammenstellung der Resultate fassen wir diese Organismen unter dem allgemeinen Namen Granulobakter zusammen. Hierauf verwendeten wir den Radiobakter aus der von Prof. Beijerinck stammenden Originalkultur und schließlich die von uns aus Agarplatten isolierten Bakterien: einige von ihnen waren dem Radiobakter ähnlich und bildeten charakteristische, durchsichtige Kolonien auf dem Agar mit Mannit (Bakterien *a*), die anderen bildeten auf dem Agarnährboden ein feines irisierendes Häutchen und gaben mit dem Azotobakter gekräuselte Kolonien (*b* Bakterien).

Diese Versuche werden bis zu einem gewissen Grade eine Wiederholung unserer Versuche in geschlossenen Apparaten sein; wir stellen sie nochmals in offenen Kolben unter einheitlichen und konstanten Bedingungen an.

Versuch L. Am 18/VII. 1907 wurden Versuche in Kolben angestellt, die mit je 100 *ccm* Nährlösung von  $1\frac{1}{2}$  g Glukosegehalt beschickt wurden. Eine Kolbenserie enthielt Na-Humat ( $0.1\text{ g} = 2.9\text{ mg N}$ ), die anderen waren ohne Humussubstanzen. Da, wo Granulobakter zugegen war, wurde außerdem noch 1%  $\text{CaCO}_3$  zugesetzt. Die Kolben verblieben nach der Infizierung im Thermostaten bei 27° C. Wir erhielten dabei folgende Stickstoffzuwächse. Tab. XLIX.

Versuch LI wurde am 30/X. 1907 mit Kolben ausgeführt, die mit 200 *ccm* Nährlösung mit einem Gehalt von 1.5% Glukose beschickt wurden; der einen Hälfte der Kolben wurden Humussubstanzen zugesetzt, der anderen Hälfte dagegen nicht. An Humusstoffen wurden je 0.3 g ( $= 6.37\text{ mg N}$ ) zugesetzt. Der Versuch dauerte 9 Tage bei 28° C. Die Stickstoffzuwächse sind angegeben in Tab. L.

(Siehe Tab. XLIX u. L, Seite 1042).



TABELLE XLIX.

Impfmaterial	Stickstoffgewinne in <i>mg</i>	
	Nährlösung ohne Na-Humat	Nährlösung mit Na-Humat
Azotobacter	0.74	10.79
	0.74	10.44
Radiobacter inuline	0.18	0.06
	0.04	0.08
Granulobacter	1.93	4.70
	1.51	4.63
Azotobacter + Radiobacter	0.53	9.39
	0.60	10.02
Azotobacter + Granulobacter	1.58	13.24
	1.51	12.19
Azotobacter + Radiobacter + Granulobacter	1.44	12.26
	1.79	12.54

TABELLE I.

Impfmaterial	Stickstoffgewinne in <i>mg</i>	
	Nährlösung ohne Na-Humat	Nährlösung mit Na-Humat
Azotobakter	2.84	26.39
	1.89	28.56
Bakterien <i>a</i> (Radiobakter?)	0.98	0.91
	0.84	1.19
Azotobakter + Bakterien <i>a</i> (Radiobakter?)	2.80	28.35
	2.66	28.21

Versuch LII wurde in geschlossenen Kolben ausgeführt. In einem Apparat wurde am 26/III. 1907 die Nährlösung in einer Menge von 100 *ccm* mit 1.5 *g* Mannit, 0.015 *g*  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  und 0.05%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ -Gehalt mit Azotobakter infiziert, im zweiten mit einer Kombination von Azotobakter und *b*-Bakterien. Nach 30-tägiger Versuchsdauer, während deren die Temperatur zwischen 15.1° und 19.6° C schwankte, fand man in der Azotobakterreinkultur 0.28 *mg* Stickstoffzuwachs, und in der Kultur von Azotobakter mit *b*-Bakterien 0.66 *mg*. Alle diese Versuche ergaben insofern negative Resultate, als weder der Radiobakter noch die *a*- oder *b*-Bakterien irgend welche Fähigkeit zur Stickstoffbindung zeigten. Ebensowenig beeinflussten sie, zum Azotobakter hinzugefügt, dessen Eigenschaften in diesem Sinne.

Der Granulobakter vermag, wenn auch in geringem Maße, den Stickstoff zu binden; ein Zusatz von Humus steigert diese seine Tätigkeit.

Wenn zugleich mit dem Granulobakter auch Azotobakter vorhanden war, so fielen die Stickstoffzuwächse wenigstens am Ende des 10-tägigen Versuches etwas größer aus, als bei Gegenwart von bloßem Azotobakter. Diese Resultate stimmen mit denen aus Beijerincks Versuchen überein.

## VII. Zusammenstellung der Hauptergebnisse.

Zum Schluß wollen wir in Kürze die Hauptergebnisse unserer Versuche zusammenfassen.

1. Azotobacter chroococcum vermag in Reinkulturen auf gewöhnlichem, stickstofffreiem Nährboden nur sehr geringe Mengen von Stickstoff zu binden.

2. Erst ein Zusatz von Humus aus Erde zur Nährlösung führt eine namhafte Steigerung der Stickstoffbindung durch den Azotobakter herbei.

3. Dieser günstige Einfluß des Humus auf den Azotobakter tritt ein ohne Rücksicht darauf, ob er in der Nährlösung in Gestalt von freier Säure oder auch von K-, Na- oder Ca-Salzen vorhanden ist.

4. Aus verschiedenen Erden hergestellter Humus gibt nicht die gleichen Resultate.

5. Künstlich aus Zucker durch Kochen mit Säuren erhaltener Humus vermag den natürlichen nicht zu ersetzen.

6. Natürlicher Humus übt einen erheblich geringeren Einfluß auf die Stickstoffbindung seitens des Azotobakters aus, sobald er mit Salzsäure gekocht worden ist.

7. Aus dem Humus geht während des Kochens mit Salzsäure ein bedeutender Teil der Stickstoffverbindungen in die Lösung über.

8. Der Humus kann dem Azotobakter weder als Kohlenstoff- noch als Stickstoffquelle dienen. Ebensowenig also, wie er dem Azotobakter den Zucker oder den Mannit zu ersetzen vermag, kann er durch verschiedene Stickstoffverbindungen, wie Salpeter. Ammoniumsalze, allerhand Aminosäuren und Amide ersetzt werden.

9. Auf 1 g Glukoseverbrauch kann der Azotobakter bis 17 mg N binden, wobei er zur Bildung von 1 g seiner Trockensubstanz 6 g Glukose verbraucht.

10. Die Ausnutzung der Kohlenstoffquellen zur Azotobakterentwicklung und seiner Stickstoffbindung hängt von ihrer Reichlichkeit und der Humusmenge in der Nährlösung ab.

So besteht sowohl betreffs der Ergiebigkeit der Kohlenstoffquellen als auch der Humusmenge ein gewisses Optimum, dessen Übersteigung schon ungünstig einwirkt. Sowohl bei Humusmangel als auch bei Überfluß daran wird der Verbrauch von C-Quelle im Verhältnis zur Stickstoffbindung weniger ökonomisch.

11. In den Stoffwechselprodukten des Azotobakters sind weder Säuren noch Alkohol noch Wasserstoff vorhanden.

12. Das Verhältnis des vom Azotobakter aufgenommenen Sauerstoffs zum ausgeschiedenen Kohlensäureanhydrit nähert sich der Zahl 1; es ist fast gleich der Einheit oder gar noch etwas größer, wenn Glukose die Kohlenstoffquelle ist, dagegen bei Verwendung von Mannit immer etwas kleiner als die Einheit.

13. Der Azotobakter ist ein ausgesprochener Aërob und scheidet in sauerstofffreier Atmosphäre kaum minimale Mengen von  $\text{CO}_2$  aus.

14. Das Temperaturoptimum für den Azotobakter liegt um  $28^\circ \text{C}$  herum. Bei  $33^\circ \text{C}$  nimmt seine Entwicklung schon stark ab, bei  $9^\circ \text{C}$  hört sie auf. Bei niedrigeren Temperaturen wird der Glukoseverbrauch im Verhältnis zur Stickstoffbindung weniger ökonomisch.

15. Der Azotobakter verändert, selbst wenn er fast ein Jahr lang auf künstlichem Nährboden gezüchtet wird, seine stickstoffbindenden Eigenschaften nicht.



16. Der Radiobakter und andere Bakterien üben keinen Einfluß auf die Stickstoffbindung seitens des Azotobaktors aus.

17. Die Fähigkeit des Azotobaktors zur Stickstoffbindung hängt, wie es scheint, von seiner Herkunft ab, eine Tatsache, die für das Vorhandensein seiner verschiedenen physiologischen Rassen sprechen würde.

18. In der vom Azotobakter abzentrifugierten Nährlösung befinden sich Stickstoffverbindungen, die uns weder der Herkunft, noch der Zusammensetzung nach näher bekannt sind.

Vorliegende Arbeit ist im Laboratorium für Agrikulturchemie der Jagellonischen Universität in Krakau ausgeführt worden. Es mag mir an dieser Stelle vergönnt sein, dem Direktor des Instituts, Herrn Prof. E. Godlewski sen., für seine teilnahmevolle Verfolgung des ganzen Untersuchungsverlaufs, für die Erteilung wertvoller Ratschläge und schließlich für die Erweiterung der Laboratoriumseinrichtungen entsprechend dem Bereiche meiner Forschungen, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Aufrichtig dankbar bin ich auch meiner Frau Helene für ihre hingebungsvolle Hülfeleistung bei der Durchführung vieler Untersuchungen.

Krakau, im Juli 1908.

Aus dem Institut für Agrikulturchemie der Jagellonischen Universität.

### VIII. Zusammenstellung der Literatur.

- 1) Beijerinck M. W. Über oligonitrophile Mikroben. Centralblatt für Bakteriologie u. Parasitenkunde. Abt. II, B. VII, 1901, S. 561.
- 2) Vogel J. Die Assimilation des freien elementaren Stickstoffes durch Mikroorganismen. Centralbl. f. Bakt. Abt. II, B. XV 1906.
- Boullanger E. L'assimilation de l'azote libre par les microbes. Bulletin de l'Institut Pasteur. Tome VI. 1908, S. 1.
- 3) Beijerinck u. van Delden. Über die Assimilation des freien Stickstoffes durch Bakterien. Centralbl. f. Bakt. Abt. II, B. IX, 1902.
- 4) Gerlach u. Vogel. N-sammelnde Bakterien. Centralbl. f. Bakt. Abt. II, B. VIII, S. 699; Weitere Versuche mit stickstoffbindenden Bakterien. Centr. f. Bakt., Abt. II, B. IX, 1902, S. 817., Centralbl. f. Bakt., B. X, 1903, 636.
- 5) Löhnis F. Beitrag zur Kenntnis der N-Bakterien. Centralbl. f. Bakt., B. XIV, 1904, S. 584.
- 6) Löhnis F. Ein Beitrag zur Methodik der bakteriologischen Bodenuntersuchung. Centr. f. Bakt., B. XII, S. 454.

- 7) Pillai N. K. Untersuchungen über den Einfluß der Düngung und anderer Faktoren auf die Fähigkeit der Mikroorganismen des Bodens. Inaugural-Dissertation, Leipzig 1908.
- Löhnis und Pillai N. K. Über N-fixierende Bakterien. III. Centralbl. f. Bakt., B. XX, 781.
- 8) Freudenreich E. Über stickstoffbindende Bakterien. Centralbl. f. Bakt. B. X, 1903, S. 514.
- 9) Thiele R. Die Verarbeitung des atmosphärischen Stickstoffes durch Mikroorganismen. Landw. Vers.-St., B. 63, S. 161. 1905.
- 10) Stoklasa J. Über die chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffes durch Azotobakter und Radiobakter. Berichte der deutsch. bot. Ges., B. XXIV, 1906, S. 22 - 32
- 11) Koch A. Lafar. Handbuch der technischen Mykologie. B. III. (1904).
- 12) Fischer H. Verhandlungen des Naturhist. Vereins der Preußischen Rheinlande, Westfalens und des Regierungsbezirkes Osnabrück. Jahrg. 62, 1905. Bonn. 1906. S. 135—145.
- 13) Krainsky Azotobacter chroococcum und seine Wirkung im Boden. Centralbl. f. Bakt., B. XX, 1908, 725.
- 14) Lipman. Report of the Soil Chemist and Bacteriologist. XXVI. Annual Report of the New-Jersey State Agricultural Experiment-Station. New Brunswick. Centralbl. f. Bakt., Abt. II, B. XIX. 1907, 318.
- 15) Chester. Oligonitrophile Bodenbakterien (Ref). Centralbl. f. Bakt., Abt. II, B. X, 1903.
- 16) Ashby. The Journal of Agric. Science 1907. Einige Beobachtungen über die Assimilation von atmosphärischem Stickstoff durch frei lebende Bodenorganismen (Ref). Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikultur-Chemie. Dritte Folge, IX, 1906, S. 79.
- 17) Heinze B. Landw. Jahrbücher, B. XXXV, 1906. Über die Stickstoff-assimilation durch niedere Organismen.
- 18) Heinze B. Einige Beiträge zur mikrobiologischen Bodenkunde. Centralbl. f. Bakt., B. XVI, S. 355. Über die Bildung und Wiederverarbeitung von Glykogen durch niedere pflanzliche Organismen. Centralbl. f. Bakt., B. XII. 1904.
- 19) Krzemieniewski S. Physiologische Untersuchungen über Azotobacter chroococcum. (Vorläufige Mitteilung). Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie, Juillet 1907.
- 20) Heinze B. Einige Berichtigungen und weitere Mitteilungen zu der Abhandlung „Über die Bildung etc.“. Centralbl. f. Bakt., B. XIV, 1904, S. 86.
- 21) Keding. Weitere Untersuchungen über N-bindende Bakterien. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, Neue Folge, B. IX, S. 275.
- 22) Fischer H. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Lebensbedingungen von stickstoffsammelnden Bakterien. Centralbl. f. Bakt., B. XV, 1906, 235.
- 23) Dügge M. Der Speciesbegriff bei den Bakterien. Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Ges. in Luzern, 1906.
- 24) Godlewski E. Studya nad oldychaniem roślin. Rozpr. Akad. Um. T. VII. 1883. O nitryfikacyi amoniaku i źródłach węgla podczas żywienia się fermentów nitryfikacyjnych. Rozpr. Akad. Um. 1896.

- 25) Reinitzer Fr. Über die Eignung der Huminsubstanzen zur Ernährung von Pilzen. Bot. Ztg., 1900, S. 59.
- 26) Nikitinsky I. Über die Zersetzung der Huminsäure durch physikalisch-chemische Agentien und durch Mikroorganismen. Jahrb. für wiss. Bot. B. 27, 1902, S. 365.
- 27) Dojarenko. Der Stickstoff des Humus. Landw. Vers.-St. B. 56, 1902, S. 311.
- 28) Winogradsky S. Recherches sur l'assimilation de l'azote libre de l'atmosphère par les microbes. Extrait des Archives des Sciences biologiques. T. III, Nr. 4, 1895, St. Petersburg.
- 29) Perotti R. Distribuzioni dell'Azotobacterio in Italia (Ref). Centralbl. f. Bakt., B. XVII. 1907, S. 264.

### Erläuterung der Figuren der Tafel XXXI.

- Fig. 1, 2 u. 3 in natürlicher Größe, die übrigen in 660 facher Vergrößerung.
- Fig. 1. Natürliche Kolonien, bestehend aus Azotobakter und *b*-Bakterien (Fig. 4).
- Fig. 2. Künstliche Kolonien von Azotobakter, *b*-Bakterien und der Kombination des ersteren mit den letzteren.
- Fig. 3. Sich bräunende Azotobakterkulturen, durch Strichimpfung erhalten.
- Fig. 4. *b*-Bakterien.
- Fig. 5. Sehr junger Azotobakter.
- Fig. 6. Azotobakter mit Gallerthülle in Wasser.
- Fig. 7. Azotobakter mit Gallerthülle in Wasser mit Methylenblau gefärbt.
- Fig. 8. Dauerformen von Azotobakter (Sarzina).
- Fig. 9. Keimprozeß einer Dauerform von Azotobakter.
- Fig. 10, 11, 12. Azotobakter in Form von Fäden. Die einzelnen Zellen unterliegen einer immer weiter vor sich gehenden Spaltung.

### IX. Nachtrag.

Nach der in einer vorläufigen Mitteilung erfolgten Veröffentlichung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit — als diese bereits zum Druck vorlag — sind noch drei, dasselbe Thema berührende Abhandlungen erschienen. In einer<sup>1)</sup> derselben finden wir Belege für den günstigen Einfluß der Erdzugabe auf die Entwicklung von anaeroben Organismen. Die zweite ist eine Arbeit von Beijerinck<sup>2)</sup>. Der Autor weist darin nach, daß der Azotobakter auf

<sup>1)</sup> Bredemann. B. d. d. Bot. Ges. 1908. S. 362.

<sup>2)</sup> Konink. Ak. v. Vet. te Amsterdam Ver. von de gewone Vergadering der Vis en Natuurkundige Afd. von Zaterdag 30 Mei 1908. S. 46.



Nährlösungen mit einem Zusatz von Kohlehydraten erst bei Gegenwart von Organismen, welche die Kohlehydrate zu Säuren umsetzen, gut gedeihen kann. Darum entwickelte sich auch eine Azotobakterkultur, welche in einer mit Salzen organischer Säuren versetzten Nährlösung gezüchtet wurde, bedeutend günstiger und binde den Stickstoff viel energischer als bei Gegenwart bloßer Kohlehydrate.

Ganz abweichende Ansichten finden wir in der Arbeit von Prof. Stoklasa<sup>1)</sup>, wo neben den bereits früher veröffentlichten Forschungsergebnissen ganz neue, äußerst interessante Mitteilungen gemacht werden. Angesichts der prinzipiellen Frage des Stoffwechsels beim Azotobakter steht jedoch Prof. Stoklasa auf seinem früheren Standpunkt, indem er der Meinung ist, daß der Azotobakter neben  $\text{CO}_2$  sehr viel Wasserstoff produziert, wobei er die ihm gelieferten Kohlehydrate zu Säuren und Alkohol umsetzt.

Aus dem Grunde haben wir — als sich unsere Arbeit bereits im Druck befand — nochmalige Untersuchungen vorgenommen, um die etwaigen von Prof. Stoklasa in Azotobakterkulturen aufgefundenen Umwandlungsprodukte festzustellen.

Wir haben den Azotobakter in 4 Kolben zu je 250 *ccm* Nährlösung, welche 2% Glukose, 0.05%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  und 0.18 *g* Na-Humat enthielten, gezüchtet; mit diesem Humat hat der Azotobakter auf je 1 *g* verbrauchte Glukose 17 *mg* N gebunden. Nach 10 Tagen waren die Flüssigkeiten in den Kolben neutral, jedoch mit Phenolphthalein als Indikator mußten ihnen stets noch einige *ccm*  $\frac{1}{10}$  n. NaOH zugesetzt werden, was bei dem bekannten Verhalten von Phenolphthalein zu  $\text{CO}_2$  leicht erklärlich ist. Die so neutralisierten Nährlösungen wurden aus zwei Kolben abdestilliert. Beide Destillate wurden zusammengegossen und nach wiederholter mehrfacher Destillation auf ein Volumen von 30 *ccm* gebracht. Die so konzentrierte Flüssigkeit gab eine sehr unbestimmte Jodoformreaktion auf Alkohol; ihr Gewicht im Pyknometer ergab bei einer Temperatur von 16.6° C — 23.6241 *g*, während Wasser unter denselben Bedingungen 23.6247 *g* wog. Aus der Gewichts Differenz könnte man berechnen, daß in einem Liter Nährlösung kaum 3 *mg* Alkohol enthalten sein konnten.

Der Rest eines dieser Kolbeninhalte wurde nach Abdestillierung

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakt. B. XXI. 1908. H. 15—16 und 20—21.

seines größten Teils zur Alkoholprüfung mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  angesäuert und weiter destilliert; das Destillat wurde mit  $0.8 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ n. NaOH}$  neutralisiert und abermals mit Weinsäure destilliert. Auch diesmal waren zur Neutralisation des aufgefangenen Destillats nur  $0.4 \text{ ccm } \frac{10}{n} \text{ NaOH}$  nötig. In dem zurückgebliebenen Rest wurde eine Stickstoffzunahme von  $124.7 \text{ mg}$  festgestellt.

Die zweite Portion wurde mit Phosphorsäure angesäuert und mit Wasserdampf überdestilliert. Das Destillat wurde in 4 Fraktionen aufgefangen und zwar derart, daß von jeder Fraktion die ursprüngliche Menge der Flüssigkeit erhalten wurde ( $0.5 \text{ l}$ ). Schließlich wurde zur Kontrolle auf dieselbe Weise auch Leitungswasser destilliert. Zur Neutralisation dieser Fraktionen waren bei Gegenwart von Phenolphthalein folgende Mengen von  $\frac{1}{10} \text{ n. NaOH}$  nötig:

Fraktionen:	1.	2.	3.	4.
für die Azotobakterkultur:	2.05	0.85	0.66	0.36 ccm
für Leitungswasser:	1.05	0.90	0.50	— „

In dem Rest wurde ein Stickstoffgewinn von  $137.0 \text{ ccm}$  gefunden.

Wir sehen also, daß trotz der so hohen N-Zuwächse in den Kulturen weder Alkohol noch Säuren in denselben in nachweisbaren Mengen vorhanden sind.

Ein ebenso negatives Resultat ergaben erneuerte Untersuchungen, welche darauf gerichtet waren, Wasserstoff in der Umgebung einer Kultur nachzuweisen, die an  $700 \text{ ccm}$  Sauerstoff verbraucht hat.

Indessen findet Prof. Stoklasa in  $1 \text{ l}$  Nährlösung  $96 - 532 \text{ mg}$  Alkohol; zur Neutralisation der gebildeten Säuren hat er angeblich  $43$  bis  $340 \frac{1}{10} \text{ norm. NaOH}$  verwenden müssen und schließlich hat er auf je  $5 - 7 \text{ ccm}$  ausgeschiedenen  $\text{CO}_2$   $1 \text{ ccm}$  Wasserstoff gefunden.

Alle diese Tatsachen legten uns die Vermutung nahe, daß Prof. Stoklasa nicht mit reinen Azotobakterkulturen zu tun gehabt hat, was auch durch die letzte Arbeit Beijerincks bekräftigt würde. Prof. Stoklasa behauptet allerdings, daß seine Kulturen rein waren. Waren sie es aber tatsächlich, was übrigens wenig wahrscheinlich zu sein scheint, so waren es dann jedenfalls Kulturen eines ganz anderen Organismus, als es unser Azotobakter ist. Der reine Azotobakter Prof. Stoklasa's soll auf einer Nährlösung mit Glukose- oder Mannit-zusatz zu einer sehr ergiebigen Stickstoffbindung befähigt sein, wobei er Säuren, Alkohol und Wasserstoff bilden soll, auch soll er sich bis zu einem gewissen Grade, wenn auch nur bei Gegenwart von

Nitraten in einer sauerstofflosen Atmosphäre entwickeln können; unser Azotobakter kann Stickstoff erst dann in erheblicheren Mengen binden, wenn er in seiner Nährlösung neben Glukose oder Mannit noch Humusstoffe besitzt, wobei er abgesehen von  $\text{CO}_2$  weder Säuren, noch Alkohol, noch Wasserstoff ausscheidet und ein höchst ausgesprochener Aerob ist.

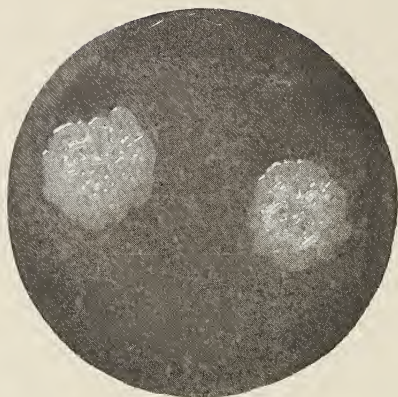
Sehr erwünscht wären vergleichende Untersuchungen über diese beiden Organismen, vor allem aber müßte festgestellt werden, daß die Kulturen des Prof. Stoklasa wirklich rein waren. Das agrikulturchemische Institut der Jagellonischen Universität in Krakau ist stets sehr gern bereit, mit seinen Kulturen zu dienen.

### Inhaltsverzeichnis.

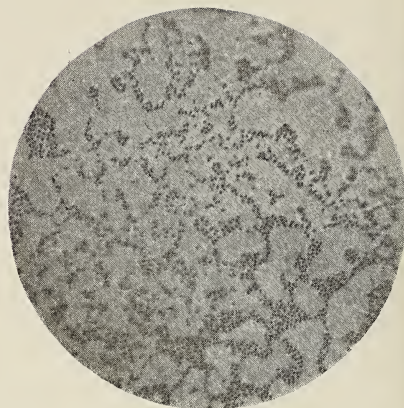
I. Die Ansichten über die Stickstoffassimilation durch <i>Azotobacter chroococcum</i> . . . . .	929
II. Die Isolierung des Azotobakters und seine Morphologie . . . . .	932
III. Die Stickstoffbindung und der Gaswechsel in den Azotobakterkulturen . . . . .	941
1. Versuche mit Rohkulturen des Azotobakters . . . . .	942
2. Versuche mit Reinkulturen bei Gegenwart von pasteurisierter Erde . . . . .	956
3. Versuche mit Rohkulturen ohne Erdezusatz . . . . .	959
4. Versuche mit Reinkulturen ohne Erdezusatz . . . . .	962
5. Versuche mit reinen Azotobakterkulturen in Nährlösungen, die mit sterilisierter Erde versetzt waren . . . . .	970
6. Versuche mit Azotobakterreinkulturen in Nährlösungen mit wässrigem Bodenauszug . . . . .	977
7. Versuche mit reinen Azotobakterkulturen in Nährlösungen mit Humussubstanzen . . . . .	979
8. Intramolekulare Atmung des Azotobakters . . . . .	984
9. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse . . . . .	993
IV. Versuche Beijerincks und van Deldens über die Bindung des Stickstoffs seitens des Azotobakters im Lichte obiger Untersuchungen . . . . .	995
V. Die Wirkungsweise von Humusstoffen auf den Azotobakter . . . . .	1003
1. Der Einfluß der Humusmenge und der Konzentration der Glukose in der Nährlösung . . . . .	1003
2. Der Einfluß der Qualität der C-Quelle und der Form der Humusverbindungen . . . . .	1012
3. Der Einfluß der Herkunft und der verschiedenen Behandlung der Humusstoffe auf die N-Bindung durch den Azotobakter . . . . .	1014
4. Wirken die Humusstoffe auf die Entwicklung des Azotobakters als N-Quelle? . . . . .	1027



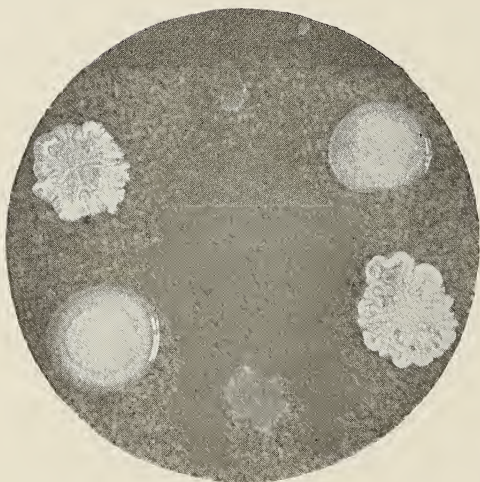




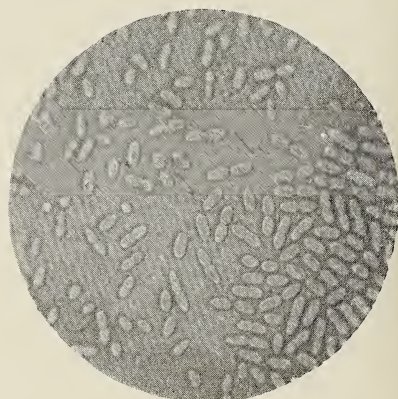
1.



4.



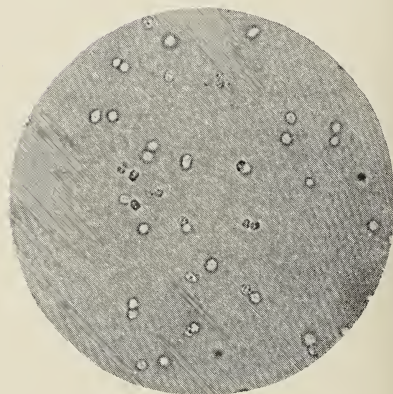
2.



5.



3.



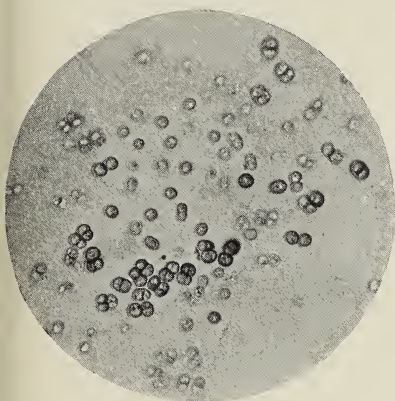
6.



7.



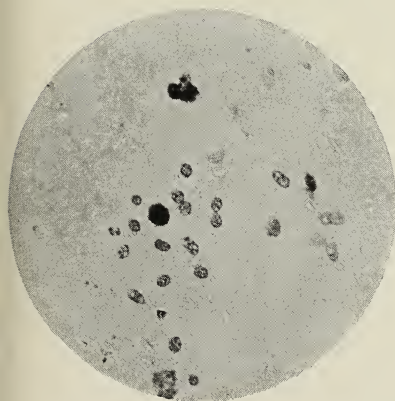
10.



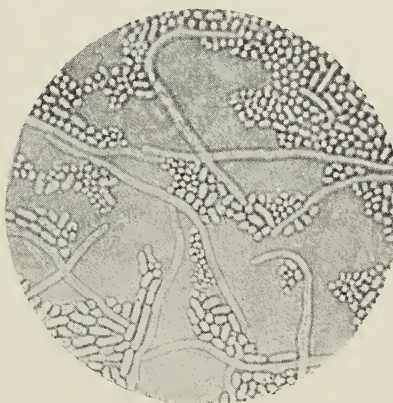
8.



11.



9.



12.





VI. Die Wirkung einiger Einflüsse auf die Tätigkeit des Azotobaktors	1034
1. Der Einfluß der Temperatur auf die N-Bindung seitens des Azotobaktors . . . . .	1034
2. Einfluß des Alters und der Herkunft des Azotobaktors . . . . .	1037
3. Einfluß anderer Bakterien auf den Azotobakter . . . . .	1041
VII. Zusammenstellung der Hauptergebnisse . . . . .	1043
VIII. Zusammenstellung der Literatur . . . . .	1045
IX. Nachtrag . . . . .	1047

---

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków, 1908. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

15 Grudnia 1908.





# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

S. Zaremba. Intégration de l'équation biharmonique . . . . .	Janv. 1908
J. Bielecki. Mesitylen - Trialdehyd . . . . .	Janv. 1908
Z. Motylewski. Dihydrooxychinoxalin . . . . .	Janv. 1908
J. Lewiński. La chaîne de Przedsborz . . . . .	Janv. 1908
L. Marchlewski, St. Piasecki. Preparant phylloporphyrine . . .	Mars 1908
Lad. Natanson. Elliptic polarization of light (magn. field) . . .	Mars 1908
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phyllotaonine converted into phytorhodines . . . . .	Avril 1908
L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chloro- phylls unter dem Einfluss von Säuren . . . . .	Avril 1908
J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . .	Avril 1908
*K. Olszewski. Die Verflüssigung der Gase . . . . .	Mai 1908
K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen . . . . .	Mai 1908
M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl . . . . .	Mai 1908
J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny . . . . .	Mai 1908
Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel	Juin 1908
K. Jabłczyński. Kinetik der Folgereaktionen . . . . .	Juill. 1908
K. Jabłczyński. Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit	Juill. 1908
K. Kling. O-, m-, p-Tolyläthylalkohole . . . . .	Juill. 1908
A. Korczyński. Anormale Salze . . . . .	Juill. 1908
J. Buraczewski, T. Koźniewski. Jodderivate des Strychnins etc.	Juill. 1908
F. Kamiński. Microphotographie stéréoscopique . . . . .	Juill. 1908
J. v. Kowalski. Beiträge zur Kenntnis der Lumineszenz . . . . .	Oct. 1908
L. Natanson. Elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium . . . . .	Oct. 1908

## B). Sciences biologiques.

M. Raciborski. Hemmung d. Beweg. wachst. b. Basidiobolus . . .	Janv. 1908
*Vl. Kulczyński. Fragmenta arachnologica VI . . . . .	Janv. 1908

\* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

A. W. Jakubski. Stützgewebe d. Nervensystems etc. . . . .	Janv. 1908
A. Bochenek. Zentr. Endig. d. Nervus Opticus . . . . .	Janv. 1908
K. Kostanecki. Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung . . . . .	Févr. 1908
J. Browiński. Proteinsäuren im Blute . . . . .	Févr. 1908
K. Stołyhwo. Le crâne de Nowosiółka etc. . . . .	Févr. 1908
J. Browiński, S. Dąbrowski. Dosage d. l. mat. color. des urines	Mars 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la Flore de la Galicie. XII . .	Mars 1908
J. Młodowska. Histogenese der Skelett-Muskeln . . . . .	Mars 1908
Ch. Klecki, A. Wrzosek. Passage de microbes dans les urines .	Mars 1908
F. Krzyształowicz, M. Siedlecki. Etude exp. de la syphilis . .	Mars 1908
J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . .	Avril 1908
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . .	Avril 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . .	Avril 1908
B. Petschenko. Bacilloglysis stylopygae; nov. gen. et nov. spec. .	Avril 1908
H. Krzemieniewska. Ernährung des Azotobacters . . . . .	Mai 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie, XIII . .	Mai 1908
H. Hoyer. Lymphgefäßsystem der Froschlärven. II . . . . .	Mai 1908
E. Rosenhauch. Flora des physiologischen Bindehautsacks der Neu- geborenen . . . . .	Mai 1908
J. Dunin-Borkowski. Hämolytische Wirkung von Hg-Salzen . .	Juin 1908
J. Nusbaum. Entwicklungs-Geschichte der Occipitalregion des Schäd- els etc. bei den Cyprinoiden . . . . .	Juin 1908
J. Hirschler. Embryonale Entwicklung der Coleopteren . . . .	Juin 1908
E. Godlewski jun. Transformation des Protoplasmas in Kernsub- stanz bei Echiniden . . . . .	Juin 1908
*VI. Kulczyński. Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognoscendam. Pars I . . . . .	Juin 1908
R. Nitsch. Microbes anticholériques dans l'air . . . . .	Juin 1908
Ed. Janczewski. Anthères stériles des groseilliers . . . . .	Juill. 1908
B. Namysłowski. Wawelia regia nov. subfam. gen. sp. . . . .	Juill. 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. XIV . .	Juill. 1908
C. Rouppert. Discomycetum species novae tres . . . . .	Juill. 1908
P. Wiśniewski. Fruchtform bei Zygorhynchus Moelleri Vuill. . .	Juill. 1908
M. Siedlecki. Der javanische Flugfrosch (Rhacophorus reinw.) . .	Juill. 1908
B. Konopacka. Gestaltungsvorgänge d. zentrifugierten Froschkeime	Juill. 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des In- sektenovariums. Dritte Mitteilung . . . . .	Juill. 1908
K. Białaszewicz. Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen .	Oct. 1908

\* Ce mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les  
demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł.,  
Cracovie (Autriche).

N° 10.

DÉCEMBRE.

1908.

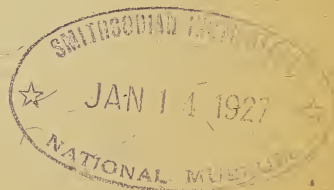
BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER  
DER  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE  
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ  
1909.



L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR  
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

- a) Classe de Philologie,
- b) Classe d'Histoire et de Philosophie,
- c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

*Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International“ qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.*

Publié par l'Académie  
sous la direction de M. **Ladislav Natanson**,  
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL  
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.  
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 10.

Décembre.

1908.

- 
- Sommaire:** 69. L. GOSIEWSKI. Sur la moyenne arithmétique et sur la loi de Gauss de la probabilité d'une erreur.  
70. ST. LORIA. Untersuchungen über die Dispersion des Lichtes in Gasen. I. Die Dispersion des Acetylens und Methans.  
71. J. MOROZEWICZ. Über Hatchettin von Bonarka bei Krakau.  
72. J. NIEDŹWIEDZKI. Über eine neue miozäne Austernart: *Ostrea Leopolditana*.  
73. A. MACIESZA. Le rôle du tube digestif dans la production de l'anthracose des poumons et des organes abdominaux.  
74. A. MACIESZA. Über angeborene abnorm weite Foramina parietalia.
- 

Séance du lundi 7 Décembre 1908.

PRÉSIDENCE DE M. ED. JANCZEWSKI.

69. *O średniej arytmetycznej i o prawie Gaussa prawdopodobieństwa błędu. — Sur la moyenne arithmétique et sur la loi de Gauss de la probabilité d'une erreur.*  
Note de M. **LADISLAS GOSIEWSKI** m. c.

Depuis assez longtemps, et surtout depuis les objections soulevées par Joseph Bertrand contre les principes de la théorie des erreurs de Gauss, on cherche en vain, à ma connaissance du moins, de s'arrêter à une solution qui serait à l'abri de toute incertitude. Il semble même qu'en général on ait déjà renoncé à l'idée d'établir une théorie des erreurs géométriquement exacte; plusieurs savants sont d'avis que les problèmes pratiques qui se rattachent à la théorie des erreurs sont plutôt de nature à la fois expérimentale et théorique et non de nature purement théorique.

En laissant de côté cette dernière question, je me borne seulement à démontrer ici les propositions suivantes:

1° le postulat de la moyenne arithmétique est au fond un théorème qui est en dehors du Calcul des Probabilités;

2° la loi de Gauss n'est qu'une conséquence découlant du théo-

rème de la moyenne arithmétique et des règles du Calcul des Probabilités.

### § 1.

Lorsqu'un observateur est sujet à commettre une erreur constante (personnelle), par exemple  $\alpha$ , et lorsqu'il se sert d'un instrument qui à son tour donne une erreur constante (systématique), par exemple  $\beta$ , chaque valeur percevable de l'inconnue  $x$ , mesurée dans ces conditions, sera affectée, en sus d'une erreur fortuite, aussi d'une erreur constante, égale à  $\alpha + \beta = \gamma$ . Par conséquent l'inconnue  $x$  elle même se présente à l'observateur comme une valeur  $x + \gamma$ .

Toute erreur constante étant écartée, désignons par  $x_1, x_2, \dots, x_n$  les valeurs de l'inconnue  $x$  obtenues par  $n$  mesures successives, faites dans les mêmes conditions et dignes de la même confiance. Soit en outre

$$\bar{x} = \theta(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

la meilleure valeur de  $x$ ,  $\theta$  étant le symbole d'une fonction que nous nous proposons de déterminer.

Dans le cas où l'erreur constante  $\gamma$  n'est pas écartée, toutes les valeurs  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) passent en  $x_i + \gamma$ , et comme l'inconnue  $x$  se présente alors aussi sous la forme  $x + \gamma$ , sa meilleure valeur doit se mettre également sous la forme  $\bar{x} + \gamma$ . On a donc

$$\bar{x} + \gamma = \theta(x_1 + \gamma, x_2 + \gamma, \dots, x_n + \gamma),$$

ce qui constitue la propriété essentielle de la fonction  $\bar{x}$ .

Cette propriété de  $\bar{x}$  nous permet d'établir sur le champ l'équation différentielle à laquelle  $\bar{x}$  satisfait. En effet, prenons  $\gamma$  infiniment petit, on aura évidemment

$$\bar{x} + \gamma = \bar{x} + \sum_i \frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i} \gamma,$$

et par conséquent

$$(1) \quad \sum_i \frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i} = 1.$$

Mais ce n'est pas tout, car l'intégrale de l'équation (1) contient une fonction arbitraire, ce qui exige encore une condition pour la déterminer. Nous établirons cette condition de la manière suivante.



Si l'on donne aux valeurs  $x_i$  des accroissements arbitraires  $dx_i$ , l'inconnue  $x$  reste constante, tandis que sa meilleure valeur  $\bar{x}$  subit l'accroissement

$$d\bar{x} = \sum_i \frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i} dx_i$$

dont la valeur absolue, en vertu de l'identité bien connue de Lagrange, satisfait à l'inégalité

$$|d\bar{x}| \leq \sqrt{\sum_i \left(\frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i}\right)^2 \sum_i dx_i^2}$$

pour toutes les valeurs des  $dx_i$ .

Ainsi  $|d\bar{x}|$  ne pouvant s'annuler identiquement, s'adapte cependant à rester aussi près que possible de zéro, si l'on pose

$$\sum_i \left(\frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i}\right)^2 = \min. \quad (2)$$

De telle manière l'accroissement  $d\bar{x}$  devient aussi approché que possible de celui  $dx=0$  de l'inconnue  $x$ , et par conséquent l'intégrale de l'équation (1), sous la condition (2), reproduit autant que possible la valeur vraie de cette inconnue.

Pour intégrer l'équation (1) avec la condition (2), posons

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i + \varepsilon, \quad (3)$$

$\varepsilon$  étant une fonction nouvelle à déterminer.

En substituant  $\bar{x}$  (3) dans (1) et (2) on trouve sans difficulté

$$\sum_i \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} = 0, \quad \frac{1}{n} + \sum_i \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i}\right)^2 = \min.$$

d'où il vient  $\partial \varepsilon / \partial x_i = 0$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ), et par suite  $\varepsilon$  dans la formule (3) est une constante arbitraire.

Mais, comme pour  $x_i = x$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) on doit avoir aussi  $\bar{x} = x$ , on a par conséquent  $\varepsilon = 0$ , et la formule (3) prend définitivement la forme

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i. \quad (4)$$

De là on conclut le théorème suivant.

La moyenne arithmétique de plusieurs valeurs obtenues par d'autant mesures successives, faites sur une inconnue dans les mêmes conditions et dignes de la même confiance, est la meilleure valeur de cette inconnue, à condition toutefois que toute erreur constante soit écartée.

## § 2.

Occupons-nous maintenant d'établir la loi de la probabilité d'une erreur fortuite d'observation.

Désignons tout d'abord par  $\lambda(x)$  la probabilité *a priori* de l'inconnue  $x$  elle-même, c'est-à-dire avant toute mesure prise sur elle, et soit ensuite  $f(x, x')$  la probabilité d'obtenir la valeur percevable  $x'$  de cette inconnue.

Après avoir obtenu  $n$  valeurs  $x_1, x_2, \dots, x_n$  que nous avons définies au § 1, posons

$$\psi = \lambda(x) \prod_i f(x, x_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Le rapport  $\psi/\Sigma_x \psi$  exprime, comme on sait, la probabilité *a posteriori* de l'inconnue  $x$ , c'est-à-dire cette probabilité dans le cas où ses valeurs percevables  $x_1, x_2, \dots, x_n$  sont déjà connues.

Posons encore

$$(5) \quad \bar{\psi} = \lambda(\bar{x}) \prod_i f(\bar{x}, x_i),$$

$\bar{x}$  étant donnée par l'équation (4).

La somme  $\Sigma_x \psi$  étant indépendante de  $x$ , le rapport  $\bar{\psi}/\Sigma_x \psi$  exprime évidemment la probabilité pour que  $x = \bar{x}$ . Mais comme la fonction  $\bar{x}$  est la meilleure valeur de l'inconnue  $x$ , elle doit être en même temps sa valeur la plus probable<sup>1)</sup>; par conséquent on doit avoir la condition

$$(6) \quad \bar{\psi} = \max. \psi.$$

<sup>1)</sup> Bertrand questionne cette proposition de Gauss, et il propose de dire: „pour que la meilleure valeur de l'inconnue  $x$  soit tout simplement sa valeur probable“. Mais dans le cas considéré, la valeur la plus probable de l'inconnue est égale à sa valeur probable, comme on peut s'en convaincre *a posteriori*, c'est-à-dire lorsque la loi cherchée est désormais connue.

La condition (6) conduit à l'équation

$$\frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x} = 0, \quad (7)$$

et comme elle a lieu pour toutes les valeurs de  $x_i$ , on a aussi identiquement

$$\frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial x^2} \frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i} + \frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial x_i \partial x} = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (8)$$

Ajoutons les équations (8) membre à membre; nous aurons

$$\frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial x^2} \sum_i \frac{\partial \bar{x}}{\partial x_i} + \sum_i \frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial x_i \partial x} = 0$$

et en vertu de l'équation (1)

$$\frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial x^2} + \sum_i \frac{\partial^2 \bar{\psi}}{\partial x_i \partial x} = 0. \quad (9)$$

De là il vient par intégration

$$\frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x} = F(\bar{x} - x_1, \bar{x} - x_2, \dots, \bar{x} - x_n),$$

et on obtient ainsi la forme la plus générale du membre gauche de l'équation (7), lorsque sa racine  $\bar{x}$  est en même temps une intégrale de l'équation (1).

La condition (6) peut être mise aussi sous la forme

$$\lg. \bar{\psi} = \max. \lg. \psi;$$

par conséquent, par le même raisonnement comme ci-dessus, appliqué à  $\lg. \psi$ , on obtient

$$\frac{\partial \lg. \bar{\psi}}{\partial x} = \frac{1}{\bar{\psi}} \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x} = F_1(\bar{x} - x_1, \bar{x} - x_2, \dots, \bar{x} - x_n),$$

$F_1$  étant le symbole d'une fonction différente de  $F$ .

Donc on a

$$\bar{\psi} = \frac{F}{F_1} = \Phi(\bar{x} - x_1, \bar{x} - x_2, \dots, \bar{x} - x_n). \quad (10)$$



Or, la forme de  $\bar{\psi}$  (5) doit se retrouver dans celle de  $\bar{\psi}$  (10), ce qui n'est possible que sous les conditions suivantes:

$$(11) \quad \lambda(x) = \text{Const.}, \quad f(x, x') = \varphi(x - x') = \varphi(\Delta),$$

$\Delta = x - x'$  étant une erreur fortuite d'observation.

Il ne reste donc plus qu'à introduire les conditions (11) dans les équations (6), (7) et (8)<sup>1)</sup>, pour obtenir conjointement avec l'équation (4) et la condition bien connue

$$\frac{1}{d\Delta} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(\Delta) d\Delta = 1,$$

le système d'équations propre à établir la formule

$$\varphi(\Delta) = \frac{he^{-h^2 \Delta^2}}{\sqrt{\pi}},$$

$h$  étant une constante positive.

C'est la loi de Gauss, et par ce qui précède on voit qu'elle constitue un théorème, sous cette réserve toutefois que les fonctions dont nous nous y sommes servis soient continues et dérivables.

Une remarque cependant est nécessaire.

Dans la douzième leçon de son Calcul des Probabilités, M. H. Poincaré cherche à établir une loi plus générale que celle de Gauss. Dans ce but, il part de la condition  $\lg. \bar{\psi} = \max. \lg. \psi$ , et, à titre de postulat, il admet pour la valeur la plus probable  $\bar{x}$  de l'inconnue  $x$  la moyenne arithmétique (4). Pour rapprocher les équations  $\partial \lg. \bar{\psi} / \partial x = 0$  et (4), il fait varier dans l'une et l'autre les valeurs  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), tout en supposant que la fonction  $\bar{x}$  reste alors constante. Par cette voie détournée M. Poincaré obtient

$$\lambda(x) = \text{Const.}, \quad f(x, x') = \mu(x') e^{a(x) + x'b(x)}$$

sous la condition unique

$$a'(x) + x'b'(x) = 0,$$

<sup>1)</sup> Il est bon d'y mettre auparavant  $\lg. \psi$  au lieu de  $\bar{\psi}$ .

$\mu(x')$  étant une fonction positive de  $x'$ , et  $a'(x)$  et  $b'(x)$  étant les dérivées de  $a(x)$  et de  $b(x)$ .

Mais en procédant ainsi, M. Poincaré a laissé de côté la propriété essentielle de la moyenne arithmétique, exprimée par l'équation (1). En vertu de cette propriété on ne peut jamais se soustraire à une erreur constante, si l'on n'est pas sûr de la correction des valeurs  $x_i$  sous ce rapport. Donc, de par la nature des choses, une erreur constante n'influe pas sur la probabilité  $f(x, x')$ ; c'est-à-dire que l'on a

$$f(x + \gamma, x' + \gamma) = f(x, x') = \varphi(x - x');$$

par conséquent la formule de M. Poincaré n'est nullement plus générale que celle de Gauss, seulement elle n'est pas complète.

Varsovie, Novembre 1908.

70. *Badania nad dyspersyą światła w gazach. I. Dyspersya acetylenu i metanu. — Untersuchungen über die Dispersion des Lichtes in Gasen. I. Die Dispersion des Acetylens und Methans.* Mémoire de M. **STANISLAS LORIA**, présenté par M. Aug. Witkowski m. t.

Die theoretisch interessante Dispersion der gasförmigen Kohlenwasserstoffe: des Methans ( $\text{CH}_4$ ), Acetylens ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), Äthylens ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) und Äthans ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) ist noch nicht gemessen worden. Es liegen nur Beobachtungen von Mascart<sup>1)</sup> und Dulong<sup>2)</sup> vor, die jedoch auch nicht die Dispersion, sondern nur zwei Brechungsexponenten, nämlich für Na-Licht und weißes Licht bestimmt haben.

Es war die Aufgabe vorliegender Arbeit, die Dispersion des Acetylens und Methans im sichtbaren Spektrum zu bestimmen. Zu diesem Zwecke habe ich folgende, auf Fig. 1 dargestellte Versuchsanordnung benutzt.

Das Licht eines Nernstfadens ( $N$ ) wird, durch die Linse ( $L_1$ ) auf den Kollimatorschlitz eines festarmigen Monochromators<sup>3)</sup> ( $M$ )

<sup>1)</sup> Compt. rend. 86. 321 u. 1182, 1878.

<sup>2)</sup> Ann. chim. phys. (2) 31. 154, 1826. Vgl. auch J. W. Brühl. Zeitsch. f. phys. Chem. 7. 1. 1891.

<sup>3)</sup> F. Löwe, Über einen Spektralapparat mit fester Ablenkung. Phys. Zeitschr. 8, Nr. 23, S. 837.

konzentriert, zerlegt und als ein schmales monochromatisches Bündel durch einen symmetrischen zweiten Spalt und die Linse ( $L_2$ ) in ein Michelson'sches Interferometer<sup>1)</sup> geworfen. Das Interferometer, dessen beide Spiegel ( $S_1, S_2$ ) je 60 cm von der halbversilberten schrägen Platte entfernt sind, ist auf „Nullstellung“ gebracht und so justiert, daß im weißen Lichte bunte vertikale Streifen, „Kurven gleicher Dicke“ im Gesichtsfelde erscheinen. Bei Benützung einfarbigen Lichtes wird diese Stellung dadurch erkennbar, daß eine Verschiebung des Spektrums vor dem symmetrischen Spalte vom äußersten Rot bis zum äußersten Violett keinerlei Verschiebung der Interferenzstreifen verursacht. In jedem der beiden Arme des Interferometers befindet sich je ein 50·73 cm langes, zirka  $1\frac{1}{2}$  cm weites, mit planparallelen Platten luftdicht verschlossenes und mit der Pumpe verblasenes Rohr ( $R_1, R_2$ ). Beide Rohre können durch Hähne abgeschlossen werden. Eines von ihnen ( $R_1$ ) besitzt eine Zuleitung, die mit einem U-förmigen Manometer und mit zwei durch ein Kapillarrohr getrennten Trockengefäßen versehen ist. Das Manometer besitzt eine Millimeterskala, die in dem benutzten Gebiete mit dem Normalmeter verglichen und bis auf  $\frac{1}{10} \frac{\text{mm}}{\text{m}}$  übereinstimmend gefunden wurde. Während des Versuches ist das Rohr  $R_1$ , ebenso wie ein ihm unmittelbar anliegendes Thermometer gut in Watte eingewickelt. In der Zuleitung zur Pumpe befindet sich endlich ein Geißler-rohr, das als Vakuummeter benutzt wird. Die Röhren können bis auf Kathodenstrahlen-Vakuum ausgepumpt werden und halten über 48 Stunden lang dicht. Vor Beginn der Beobachtungen wurde der Monochromator, dessen zwei Prismen auf meßbar drehbaren Tischen stabil befestigt sind, mehrmals sorgfältig geeicht. Indem man nämlich den symmetrischen Spalt durch ein Okular mit Fadenkreuz ersetzte, konnte man den Apparat wie ein gewöhnliches Spektroskop handhaben und bestimmte die Lage von 12 Linien in dem benutzten Spektralbezirke.

Der Gang der Untersuchungen war kurz folgender: Nachdem die beiden Rohre ausgepumpt, mit dem zu untersuchenden Gase durchgespült und wieder ganz ausgepumpt worden waren, suchte man die Nullstellung der Spiegel des Interferometers auf. Dies erreicht man leicht, indem man das Fadenkreuz zwischen die bei-

<sup>1)</sup> Der Apparat ist von der Firma A. Hilger Ltd., London sehr sorgfältig ausgeführt worden und hat sich als sehr brauchbar erwiesen.



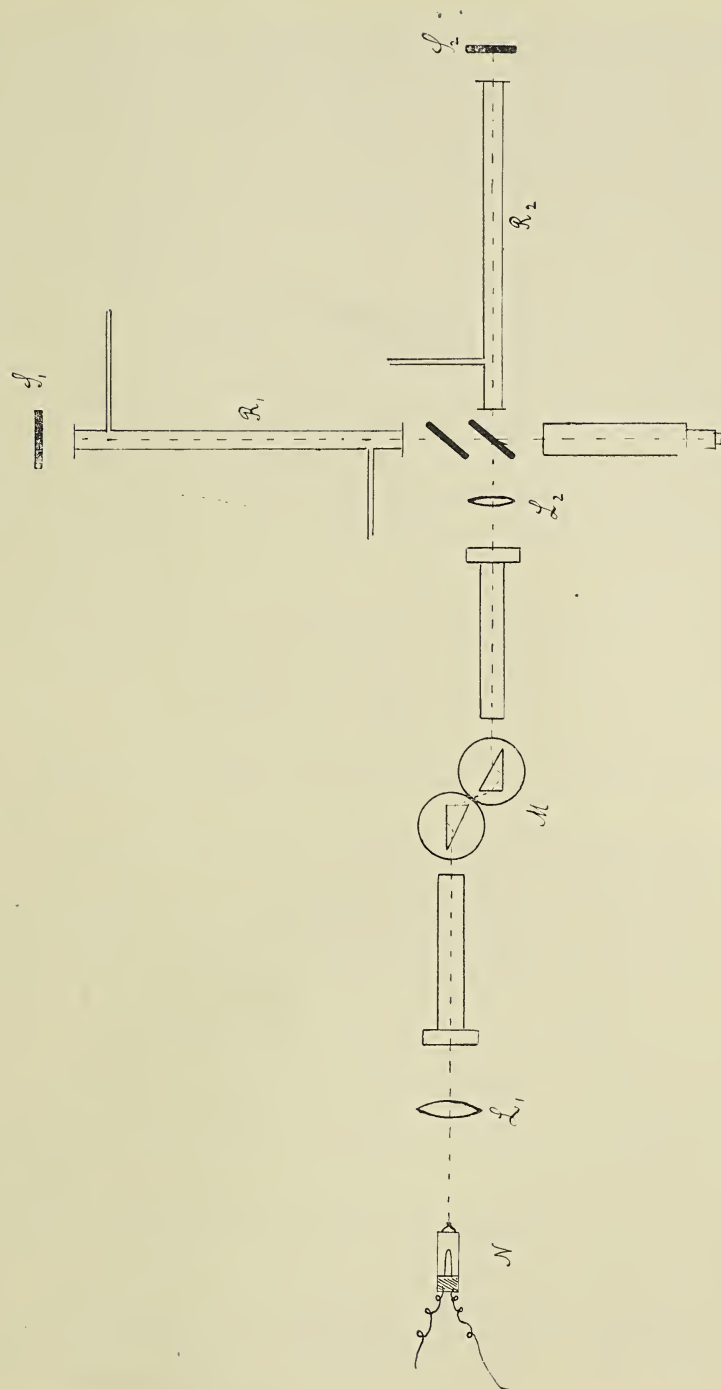


Fig. 1.

den ungefärbten „Streifen gleicher Dicke“ einstellt. Nun wurde die weiße Lichtquelle durch den Monochromator ersetzt und das Rohr  $R_1$  von der Pumpe abgeschlossen. Durch die Drehung der Trommel des Monochromators überzeugte man sich, ob die beiden Spiegel exakt auf Nullstellung gebracht worden sind, um ihre Lage ev. noch zu korrigieren. Nachdem nun der Manometerstand, die Temperatur des Manometers und die des Rohres beobachtet war, öffnete man die Zuleitung zum Gasbehälter und zählte die durchs Fadenkreuz wandernden Streifen. Durch Vorschalten eines entsprechend engen Kapillarröhrchens läßt sich der Zufluß des Gases so regulieren, daß eine sichere und bequeme Beobachtung des Wanderns ermöglicht wird. Nachdem etwa 130 Streifen das Fadenkreuz passiert hatten (weiter konnte man nicht zählen, weil dann die Streifen schon verwaschen erschienen), wurde die Zuleitung abgeschlossen und die Skala des Manometers und der beiden Thermometer wieder abgelesen.

Durch dieses Verfahren gewann man das nötige Beobachtungsmaterial, um aus der bekannten Beziehung

$$n - 1 = \frac{N\lambda}{pl} (1 + \alpha t) \cdot 760,$$

wobei die einzelnen Buchstaben folgende Bedeutung haben:

$n$  . . . der Brechungsexponent bei  $0^\circ \text{C}$  760  $\frac{\text{m}}{\text{m}}$  Hg,

$\lambda$  . . . die benutzte Wellenlänge,

$N$  . . . die beobachtete Anzahl der Streifen,

$p$  . . . der auf  $0^\circ \text{C}$  reduzierte Unterschied des Manometerstandes,

$l$  . . . die doppelte Länge des Rohres,

$\alpha$  . . . der Ausdehnungskoeffizient des Gases  $\left(\frac{1}{273}\right)$ ,

$t$  . . . die (mittlere) Temperatur des Rohres,

den absoluten Wert des Brechungsexponenten für die benutzte Welle  $\lambda$  auszuwerten.

Der zweite Teil des bei der Beobachtung befolgten Verfahrens sollte unmittelbar die Änderung der Anzahl verschobener Streifen angeben, die durch kontinuierliche Änderung der Wellenlänge verursacht wird. Es wurde daher die Trommel des Monochromators langsam gedreht und, während das Spektrum vor dem symmetrischen Spalte sich von Rot nach Violett hin bewegte, das dadurch

hervorgerufene Wandern der Streifen beobachtet. Nachdem ein Streifen das Fadenkreuz passiert hatte, las man die Wellenlänge am Monochromator ab. Bei diesem Teil der Beobachtung hat mir Herr cand. phil. G. Gruschke in liebenswürdiger Weise geholfen. Durch dieses Verfahren gewann man direkt die Größe  $\frac{dN}{d\lambda}$  und konnte daher aus der Gleichung

$$\frac{dn}{d\lambda} = \text{const.} \left( N + \lambda \frac{dN}{d\lambda} \right)$$

die Brechungsexponenten für einige Stellen des Spektrums berechnen<sup>1)</sup>. Die so ermittelten Werte wurden außerdem durch direkte absolute Bestimmungen kontrolliert.

Was die Genauigkeit der Messungen anbetrifft, so ist der Druck (im Durchschnitt  $140 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$ ) bis auf  $\frac{1}{10} \frac{\text{mm}}{\text{m}}$ , die Streifenverschiebung (durchschnittlich 120) bis auf  $\frac{1}{10}$  einer Streifenbreite, die Temperatur auf  $\frac{1}{10}^\circ \text{C}$  genau abgelesen worden.

Bei der Herstellung und Reinigung der untersuchten Gase wurde ich vom Direktor des hiesigen chemischen Instituts Herrn Geh. R. Prof. Dr. A. Ladenburg und von seinen Assistenten Herren Dr. R. Riedel und Wł. Sobiecki in liebenswürdigster Weise unterstützt, wofür ich an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte.

Das Acetylen wurde aus Calciumkarbid und Wasser hergestellt und durch fraktionierte Destillation in flüssiger Luft gereinigt. Das Methan erhielt man auf dem Wege der bekannten Grignard'schen Reaktion durch Zersetzung des Magnesium-jod-methyls mit Wasser. Das sich dabei entwickelnde Gas wurde durch rauchende Schwefelsäure und Kalilauge geleitet. Die so dargestellten Gase fing man in Glasgasometer auf und schritt rasch zu ihrer Untersuchung.

Die Resultate der nach dem oben beschriebenen Verfahren ausgeführten Messungen sind z. B. im nachstehenden Protokoll zusammengestellt.

Absolute Bestimmung des Brechungsexponenten des Methans für  $\lambda = 6.585 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$

<sup>1)</sup> Dieselbe Methode haben unlängst, wie ich nachträglich erfahren habe, die Herren C. Cuthbertson und E. P. Metcalfe (Proc. Roy. Soc. 1908, A., Vol. 80, Nr. A 540) angewendet.



29. Oktober 1908.

Manometerstand

am Anfang	am Ende	Differenz
799·9	727·2	755·3
44·6	117·5	609·7
<hr/> 755·3	<hr/> 609·7	<hr/> 145·6

Temperatur des Manometers . 18·1° C  
 Temperatur des Rohres (Mittel) 18·25° C  
 Anzahl der Streifen . . . 121·4 nach rechts.

Es ergibt sich für  $n_{0.760}$  der Wert

1·0004404.

Das Resultat sechs solcher unabhängiger Bestimmungen sei beispielsweise in Tab. I. zusammengestellt.

TABELLE I.

Methan.

 $\lambda = 6.585 \cdot 10^{-5}$  cm.

Nr.	Druckänderung in $\frac{m}{m}$ Hg 0° C	Anzahl der Streifen	Temperatur des Rohres	$n_{0.760}$
1.	143·5	120·3	17·7	1·0004402
2.	132·62	110·6	19·45	1·0004406
3.	133·84	111·9	18·6	1·0004404
4.	144·5	121·1	17·95	1·0004404
5.	145·01	121·4	18·25	1·0004404
6.	143·32	119·9	18·6	1·0004403
			<hr/> Mittel	<hr/> 1·0004404

Die Werte für andere  $\lambda$  ermittelte man in der oben geschilderten Weise aus den gleichzeitig aufgenommenen Kurven  $\frac{dN}{d\lambda}$ . Außerdem wurden die absoluten Bestimmungen für fünf Stellen im Spektrum wiederholt und auf diese Weise die relative Bestimmung kontrolliert.

Aus 38 best übereinstimmenden absoluten und relativen Bestimmungen ergibt sich für Methan folgende Tabelle der Brechungsexponenten im sichtbaren Spektrum;

TABELLE II.  
Methan.

	$\lambda \cdot 10^{-5} \text{ cm}$	$n_{0.760}$
a)	6.585	1.0004404
b)	6.375	1.0004411
c)	5.935	1.0004435
d)	5.718	1.0004454
e)	5.290	1.0004478

Dulong<sup>1)</sup> fand für weißes Licht 1.000443.

Mascard<sup>2)</sup> für Na-Licht 1.000444.

Der letzte Wert stimmt vollkommen mit meinen Resultaten überein. Setzt man obige Werte in die Cauchy'sche Dispersionsformel

$$n - 1 = a \left( 1 + \frac{b}{\lambda^2} \right),$$

so ergibt sich

$$a = 0.00042607$$

$$b = 1.441 \cdot 10^{-10}.$$

Die ganz identisch verlaufende Messung der Dispersion des Acetylens ergab folgende aus 42 gut übereinstimmenden absoluten und relativen Bestimmungen zusammengestellte Tabelle der Brechungsexponenten.

TABELLE III.  
Acetylen.

	$\lambda \cdot 10^{-5} \text{ cm}$	$n_{0.760}$
a)	6.708	1.0005604
b)	6.375	1.0005627
c)	5.896	1.0005651
d)	5.769	1.0005663
e)	5.461	1.0005698

<sup>1)</sup> a. a. O.

<sup>2)</sup> a. a. O.

Mascart<sup>1)</sup> fand für Na-Licht 1·000610.

Dieser beträchtlich größere Wert ist vermutlich auf Verunreinigungen zurückzuführen, die hingegen bei mir durch Destillation in flüssiger Luft vollkommen beseitigt worden sind. Der Wert 1·000610 ist übrigens nicht direkt von Mascart beobachtet, sondern von J. W. Brühl<sup>2)</sup> aus Mascart's Beobachtungen berechnet worden.

Für die Konstanten der Cauchy'schen Formel bekommt man

$$a = 0.00054242$$

$$b = 1.453 \cdot 10^{-10}.$$

Berechnet man nach Natanson die Werte:

$$\Delta = \frac{3(n_1 \cdot n_2) \lambda_1^2 \lambda_2^2}{2(n_1 - 1)(n_2 - 1)(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)},$$

so erhält man:

für Methan:

aus	(a)	und	(c)	. . .	$\Delta = 4.47$
"	(c)	"	(e)	. . .	$\Delta = 4.42$
"	(b)	"	(e)	. . .	$\Delta = 4.57$
"	(a)	"	(e)	. . .	$\Delta = 4.44$
			Mittel	. . .	$\Delta = 4.48$

für Acetylen:

aus	(a)	und	(e)	. . .	$\Delta = 3.91$
"	(b)	"	(d)	. . .	$\Delta = 4.07$
"	(c)	"	(e)	. . .	$\Delta = 4.59$
"	(a)	"	(d)	. . .	$\Delta = 3.62$
			Mittel	. . .	$\Delta = 4.05$

Das Produkt  $v\Delta$ , wo  $v$  die Summe der Valenzen bedeutet, wäre daher

$$\text{für Methan } (v = 8) \quad . . . \quad v\Delta = 35.84,$$

$$\text{für Acetylen } (v = 10) \quad . . . \quad v\Delta = 40.50,$$

also beträchtlich größer als die für  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  u. a. von Natanson

<sup>1)</sup> a. a. O.

<sup>2)</sup> J. W. Brühl, a. a. O. S. 21 u. 24.



son<sup>1)</sup> berechneten Werte (im Mittel 16). Beachtet man<sup>2)</sup> das Produkt  $a\Delta$ , wo  $a$  die Anzahl der „Dispersionselektronen“ pro Molekül bedeutet, so sollte es eine von der Natur des Gases unabhängige universelle Konstante sein. Wenn wir auch über den absoluten Wert der Größe  $a$  vorläufig nichts sagen können, so ist es doch bemerkenswert, daß beim Acetylen, welches zwei Kohlenstoffatome im Molekül enthält, die Anzahl der Dispersionselektronen dennoch der des Methans ungefähr gleich angesetzt werden muß.

Es ist zu erwarten, daß weitere Messungen der Dispersion des Äthylens und Äthans mehr Licht auf die Beziehung der „Valenz-“ zu den „Dispersionselektronen“, wie sie sich etwa J. J. Thomson<sup>3)</sup> vorstellt, zu werfen gestatten.

Auch bei dieser Publikation der Resultate meiner Arbeit im phys. Institut der Universität zu Breslau möchte ich noch einmal die Gelegenheit benutzen, um dem Herrn Prof. Dr. O. Lummer für sein äußerst freundliches Entgegenkommen und das rege Interesse, das er meinen Untersuchungen stets entgegenbringt, meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

Breslau. Physikalisches Institut der königl. Universität. Am 30. November 1908.

# 71. *O haczetynie z Bonarki pod Krakowem. — Über Hatchettin von Bonarka bei Krakau. — Mémoire de M. J. MOROZEWICZ m. c.*

In einem Mergelbruch am Berge Bonarka bei Krakau fand man vor einigen Monaten ein sehr reines Vorkommen von festem Kohlenwasserstoff, welcher in der Mineralogie als Hatchettin bekannt ist<sup>4)</sup>. Er bildet im kretazischen Mergel kleine Nester von schöner perlweißer Farbe mit einem Stich ins Gelbe. Seine Härte ist der des

<sup>1)</sup> On the Electromagnetic Theory of Dispersion and Extinction. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie, April 1907. S. 332.

<sup>2)</sup> Natanson, a. a. O. S. 347.

<sup>3)</sup> Corpuscular Theory of Matter, London 1907, S. 130 u. ff.

<sup>4)</sup> Die erste Nachricht über das Vorkommen habe ich von Dr. W. Kuźniar erhalten.

Talkes beinahe gleich. Seine Makrostruktur ist blättrig, aber die einzelnen Knollen besitzen meistens eine unebene und gekrümmte Oberfläche. Sogar in der Masse betrachtet, ist das Mineral in den Kanten durchscheinend, dagegen in dünneren Blättchen vollständig durchsichtig und farblos. Einzelne Blättchen zeigen eine vorzügliche Spaltbarkeit ihrer Oberfläche parallel, sie sind aber spröde: drückt man sie mit einer scharfen Spitze, so geben sie keine Druckfigur, sondern zerspringen in kleine Splitter.

Optisches. Unter dem Mikroskop betrachtet, bildet der Hattettin von Bonarka ein Aggregat von dünnen Blättchen, welche in nicht übereinstimmender kristallographischer Orientierung übereinander liegen. Das ergibt sich aus ihrem Verhalten gegen das parallele polarisierte Licht: die meisten Blättchen zeigen Aggregatpolarisation, die anderen sind isotrop oder beinahe isotrop. Diese kommen auch recht oft vor. Am seltensten trifft man Blättchen, welche sich optisch normal verhalten, d. h. ganz homogen sind und scharfe Auslöschungsrichtungen zeigen. In gewöhnlichem Licht unterscheiden sich alle drei Blättchenarten gar nicht, da sie stofflich einander gleich sind. Einige Blättchen sind an flüssigen Einschlüssen sehr reich.

Im konvergenten polarisierten Licht zeigen alle drei Blättchenarten ein gemeinsames Merkmal: die kleinste Elastizitätsachse (c) steht überall senkrecht zu ihrer Oberfläche und zugleich zur Spaltungsfläche, wie das schon übereinstimmend von den früheren Forschern dieses Minerals, Des Cloizeaux<sup>1)</sup>, Bombici<sup>2)</sup> und Cesàro<sup>3)</sup>, konstatiert wurde. Der Unterschied besteht nur in der Größe des Achsenwinkels, und zwar:

1) die isotropen Blättchen erscheinen als einachsige oder beinahe einachsige;

2) die Blättchen mit Aggregatpolarisation zeigen ein stark deformiertes zweiachsiges Interferenzbild mit wechselnder, in der Regel kleiner Achsenwinkelgröße;

3) die am spärlichsten vorkommenden, ganz homogenen und ziemlich stark doppelbrechenden Blättchen zeichnen sich durch ein normales disymmetrisches Interferenzbild mit größtem Winkel der

<sup>1)</sup> Manuel de Minéralogie, 1874, Bd. II, S. 58.

<sup>2)</sup> Mém. Ac. Sc. Bologn. 1877, Bd. 8, S. 311.

<sup>3)</sup> Ann. Soc. Géol. Belg., 1891, Bd. 18, S. LXXXVIII.

optischen Achsen und sehr deutlicher Dispersion der Achsen im Sinne:  $q < v$ .

An einem von den letztgenannten Blättchen habe ich nun folgende Messungen ausgeführt:

$$\begin{aligned} 2 V_e &= 32^{\circ} 3' (Li) \\ &33^{\circ} 7' (Na) \\ &33^{\circ} 21' (Tl) \end{aligned}$$

Die Achsendispersion ist also bedeutend:

$$2 V_{Tl} - 2 V_{Li} = 1^{\circ} 18'.$$

Auf demselben Blättchen, dessen Dicke mikrometrisch gemessen 0.74 mm betrug, wurde auch das Doppelbrechungsvermögen bestimmt:

$$\beta - \alpha = 0.005.$$

Der mittlere Brechungsindex ( $\beta$ ) wurde mittels der Immersionsmethode für rotes Licht ( $Li$ ) gefunden:

$$\beta = 1.523.$$

Daraus folgt:

$$\alpha = 1.518.$$

Aus den angeführten Daten findet man durch Rechnung auch den dritten Brechungsindex:

$$\begin{aligned} \gamma &= 1.588 \text{ und} \\ \gamma - \alpha &= 0.07. \end{aligned}$$

Die Doppelbrechung auf den Querschnitten der Blättchen ist demnach recht erheblich.

Nähere Bestimmung der Lage der optischen Achsen ist wegen der mangelhaften Ausbildung der Hatchettin-Blättchen zur Zeit nicht möglich<sup>1)</sup>. Aus der disymmetrischen Verteilung der isochromatischen Kurven und der Lage der ersten Mittellinie normal zur Spaltungsfläche kann man wirklich den Hatchettin als rhombisches Mineral betrachten.

<sup>1)</sup> Versuche, Hatchettinkriställchen darzustellen, sind leider mißlungen, da diese Verbindung sich zwar in kochendem Benzol, Äther, Alkohol u. dgl. löst, sich aber wieder sofort aus der Lösung während der Abkühlung derselben ausscheidet.



Was nun die Blättchen mit Aggregatpolarisation betrifft, so geben sie, wie erwähnt, stark deformierte Interferenzfiguren mit wechselnden Achsenwinkeln, die aber stets kleiner sind, als die auf den homogenen Blättchen gefundenen. So betrug z. B. der in Rede stehende Achsenwinkel:

$$2 V_c = 24\frac{1}{2}^\circ, \quad 14^\circ \text{ u. s. f.}$$

bis zur Null oder beinahe zur Null, nämlich auf den Blättchen, die so gut wie isotrop erscheinen.

Solche Übergänge bemerkt man oft in einem und demselben Präparat. Aus einem solchen Verhalten der letztgenannten Blättchen ist nur ein Urteil zu ziehen: der Hatchettin besteht meist aus dünnen zweiachsigen Schichten, die in der Spaltungsebene unter verschiedenen Winkeln um die gemeinsame erste Mittellinie gedreht sind. Diese Drehung bewirkt die oben erwähnte Zerstörung der Interferenzbilder und die teilweise oder ganz zustande kommende Kompensation der Doppelbrechung ( $\beta - \alpha$ ) und auch die notwendige Verminderung des Achsenwinkels. Wir haben hier also mit einer Erscheinung zu tun, die aus der Physiographie einiger blättrigen Mineralien, z. B. der Chlorite, wie auch aus den künstlichen Glimmerkombinationen von Reusch gut bekannt ist.

Von anderen physikalischen Eigenschaften des Hatchettins von Bonarka ist noch folgendes mitzuteilen.

Das spezifische Gewicht ( $d$ ) wurde pyknometrisch in Wasser bestimmt, welches eine entsprechende Beimischung von Alkohol enthielt:

$$d = 0.961 \quad (20^\circ \text{ C}).$$

Der Schmelzpunkt ist sehr scharf und liegt nach meinen ungefähren Bestimmungen bei  $78\frac{1}{2}^\circ$ , der Erstarrungspunkt bei  $78^\circ$ . Prof. L. Bruner erhielt mittels eines genau korrigierten Normalthermometers (Reichsanstalt, Berlin)  $79.4^\circ$  (Schmelzpunkt) und  $78.9^\circ$  (Erstarrungspunkt). Auch diese Zahlen beweisen, daß der Hatchettin von Bonarka einen sehr reinen Stoff darstellt.

Prof. Bruner bestimmte ebenfalls das Molekulargewicht ( $M$ ) dieses Stoffes in Benzol (eboullioskopisch,  $t = 80^\circ$ ). Zwei Bestimmungen ergaben: 561, resp. 548, also im Durchschnitt:

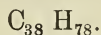
$$M = 554.$$

Die chemische Zusammensetzung unseres Hatchettins nach der von Dr. T. Koźniewski in Prof. Marchlewski's Laboratorium ausgeführten Analyse, ist die folgende:

C . . . .	85·25%
H . . . .	14·59%
<hr/>	
Summe	99·84%

Da dieser Kohlenwasserstoff dabei kein Brom bindet, so muß er seinen Platz in der Reihe der gesättigten Verbindungen, also unter den Paraffinen finden.

Ein dem unseren am nächsten stehendes Paraffin ist der von Krafft synthetisch erhaltene Kohlenwasserstoff von genau festgestellter Zusammensetzung  $C_{35}H_{72}$  und dem Schmelzpunkt  $74·7^{\circ}$  (Berichte. 1882, B. 15, S. 1715). Die zwei anderen bekannten Paraffine, die mehr als 30 Kohlenstoffatome in der Molekel enthalten, sind:  $C_{31}H_{64}$  mit dem Schmelzpunkt  $68·1^{\circ}$  und  $C_{32}H_{66}$  mit dem Schmelzpunkt  $70·5^{\circ}$ . Aus diesen Tatsachen geht hervor, daß dem Hatchettin, dessen Schmelzpunkt bei  $79^{\circ}$  liegt, ein Kohlenwasserstoff mit 38 Kohlenstoffatomen in der Molekel entsprechen muß:



Diese Formel fordert:

C . . . .	85·27%
H . . . .	14·73%

was mit den Ergebnissen der oben angeführten Analyse ganz gut stimmt.

Das Molekulargewicht von Hatchettin beträgt nach den oben mitgeteilten Bestimmungen zirka 554. Dieser Zahl entsprechen ungefähr 39 Kohlenstoffatome in der Molekel. Ein solches Paraffin würde in Gewichtsprozenten 85·28% C, 14·72% H enthalten, also praktisch dieselben Quantitäten, wie die obenstehenden. Wir geben der Formel  $C_{38}H_{78}$  nur aus dem Grunde den Vorzug, weil sie besser dem Schmelzpunkte entspricht.

**Zusammenfassung.** Der Hatchettin von Bonarka ist ein festes, natürliches Paraffin von der chem. Zusammensetzung  $C_{38}H_{78}$  (Oktatriakontan), und folgenden physikalischen Eigenschaften: Schmelzpunkt  $79·4^{\circ}$ , sp. Gewicht 0·961, Härte 1, Spaltbarkeit in

einer Fläche vollkommen, Farbe perlweiß. Die erste positive Mittellinie ( $c$ ) steht immer normal zum Blätterbruch,  $2 V_c = 33^\circ 7'$  ( $Na$ ), Dispersion:  $2 V_{Ti} - 2 V_{Li} = 1^\circ 18'$ ,  $\gamma = 1.588$ ,  $\beta = 1.523$ ,  $\alpha = 1.518$ ;  $\gamma - \alpha = 0.07$ ,  $\beta - \alpha = 0.005$ . Aber infolge der ungleichartigen Orientierung der einzelnen Blätter in der Spaltungsebene kommt die totale oder partielle Kompensation von  $\beta$  und  $\alpha$ , d. h. Verminderung von  $2V$  oder sogar Einachsigkeit zustande. Der rhombische Charakter der optisch homogenen Partien ist unzweifelhaft.

---

Der Vergleich des Hatchettins von Bonarka mit dem Ozokerit (Erdwachs) von Boryslaw ergab nun folgende Resultate:

1) der dunkelbraune Ozokerit stellt offenbar ein Gemisch mehrerer Kohlenwasserstoffe dar, welches zwischen  $70^\circ$  und  $83^\circ$  schmilzt;

2) seine Struktur ist stengelig, dabei laufen die Stengel senkrecht zu den Sahlbändern eines Ganges; einzelne Stengel zeigen aber unter dem Mikroskop blättrigen Bau und optische Merkmale, welche an die von Hatchettin erinnern: sie sind optisch positiv und fast einachsig. Andere Stengel sind stärker doppelbrechend und löschen das Licht schief aus; sie scheinen zu einem anderen Kohlenwasserstoff zu gehören;

3) der geschmolzene Hatchettin erstarrt in Form eines filzähnlichen Aggregates von kleinen, lebhaft doppelbrechenden und gerade auslöschenden Nadelchen; ganz ähnlich verhält sich auch der Ozokerit, nur mit dem Unterschied, daß die sich aus der Schmelze ausscheidenden Nadelchen eine Tendenz haben, Sphärolithe zu bilden.

Aus diesem Vergleich folgt, daß der Ozokerit von Boryslaw ein Gemisch von festen Kohlenwasserstoffen ist, in welchem der Hatchettin nur einen Bestandteil zu bilden scheint. Fremde braune Körper, sowie flüssige Einschlüsse sind in diesem Erdwachs auch vorhanden.

---

Aus dem Mineralog. Institut der Jagell. Universität Krakau.



72. *O nowym gatunku ostrzyg mioceńskich. — Über eine neue miozäne Austernart: Ostrea Leopolitana.* Mémoire de M. J. NIEDŹWIEDZKI m. t.

(Planche XXXII).

*Ostrea* s. str. ovato oblonga; testa inferiore convexa, sublaevi aut parum lamellosa; umbone elongato et attenuato, saepe lateraliter incurvo; area cardinali elongata; testa superiore operculari, concentrica lamellosa, area cardinali late triangulari; in utraque testa margine palleali superne crenulato; impressione musculari magna, subrotunda, versus marginem testae analem sita.

*Ostrea Leopolitana* ist eine kleine dünnchalige Auster von länglich ovaler Gestalt, bis 70 mm hoch und 50 mm breit. Ihre beiden Schalenklappen sind ohne radiale Rippen oder Falten, bloß mit unregelmäßig konzentrischen Anwachsstreifen bedeckt, die hie und da etwas absätzig und blättrig werden. Dabei tritt eine ganz feine konzentrische Runzelung der Schalenoberfläche zum Vorschein.

Die bedeutend größere Unterklappe ist ziemlich gewölbt und dabei zuweilen unregelmäßig schwach wellig. Ihr verhältnismäßig starker Wirbel ist stets in eine scharfe Spitze ausgezogen und dabei oft nach hinten, seltener nach vorne, zuweilen aber auch nach auswärts sanft eingebogen.

Die Ligamentfläche verbleibt so ziemlich in der Ebene des Schalenrandes, ist in ihrer ganzen Ausdehnung quergestreift und stets länger (höher) als breit. Sie setzt sich aus einem eingesenkten Mittelfelde und zwei dasselbe einfassenden erhabenen Seitenwülsten zusammen, welche vom Schalenrande durch eine Furche abgetrennt sind. Nach oben bis in die äußerste Wirbelspitze reichend, erstreckt sich die Ligamentfläche nach unten brückenartig über den obersten Teil der Schalenhöhlung, welche dadurch nach oben in eine mehr oder weniger tiefe, nie ganz fehlende Tasche ausläuft.

Der seichte, rundliche, verhältnismäßig große Muskeleindruck liegt von der Mitte der Schale etwas nach hinten und oben zu.

Am obersten Teile der weiter unten verwischten Mantelrandspur ist eine Zähnelung zu sehen, die nach unten oft bis in die Mitte der Schalenhöhe, nach oben zuweilen bis in die Rinne neben den Seitenwülsten des Ligamentfeldes reicht.

In der Nähe des Wirbels erscheint zuweilen vorne oder hinten oder auch beiderseits ein blättriger, flügelartiger Schalenansatz, wel-

cher mit seiner Außenseite oft eine Erweiterung der Anheftungsfläche der Unterklappe bildet, die in sehr verschiedener Größe am obersten Drittel dieser auftritt, oft den Wirbel an der Außenseite verdeckt, denselben aber nie abstützt.

Die als flach-konkaver Deckel ausgebildete kleinere rechte Klappe zeigt einen stumpf zugespitzten, nur sehr schwach hervortretenden Wirbel und dem entsprechend eine viel breitere als höhere, quergestreifte Ligamentfläche, an welcher die Absonderung eines Mittelfeldes von den bloß sehr wenig vorragenden Seitenfeldern nur schwach markiert erscheint. Der an die Ligamentfläche angrenzende Schalenrand ist schwielig verdickt und gekerbt. An der inneren Schalenfläche ist subzentral ein verhältnismäßig großer Muskeleindruck zu sehen.

Schalen der geschilderten Austernart habe ich zuerst aus den miozänen Bildungen Lembergs, speziell aus den die tiefste Lithothamnienbank bedeckenden Sanden kennen gelernt, wo sie vorwiegend in kleinen Nestern verhältnismäßig häufig vorkommen. Alle Abbildungen auf der beiliegenden Tafel (XXXII), welche ich der freundlichen Hilfe und zeichnerischen Gewandtheit des Herrn Ing. St. Stobiecki verdanke, stellen Exemplare dieses Fundortes dar. Ganz übereinstimmende Schalen haben sich aber auch an mehreren anderen Stellen des galizischen Obermiozäns gefunden, und zwar sowohl im podolischen (Podhorce) als auch im subkarpatischen Gebiete (Rajsko, Bogucice, am Ufer der Raba bei Bochnia).

In ihrer Gesellschaft treten oft Austernschalen auf, die sich von ihnen nur dadurch unterscheiden, daß bei ihnen der Wirbel, und zwar nur infolge einer stärkeren Anheftung an seinem Rücken, nach innen zu winkelig eingebogen (eingeknickt) erscheint, aber weder abgestützt noch gryphaeen-artig eingekrümmt. Ich betrachte es nicht als angezeigt, diese Formen wegen einer so geringfügigen Abweichung von den geschilderten typischen der *O. Leopolitana* abzutrennen, obgleich sie von einigen Autoren zu *O. cochlear* Poli einbezogen worden sind.

Letzterer Umstand veranlaßt mich, hier direkt hervorzuheben, weshalb ich eine Vereinigung der als *Leopolitana* beschriebenen Auster mit *O. cochlear* Poli als untunlich betrachte. Es werden nämlich zu letzterer Art vor allem durch M. Hörnes (Reuss), in dem Werke: „Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien“ II. 1870, und von L. Foresti in der Abhandlung „Dell’

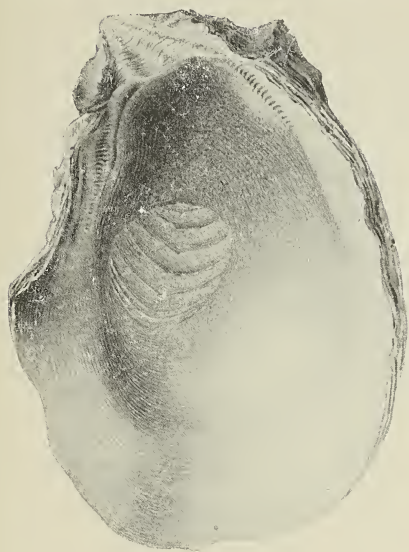


Fig. 1.

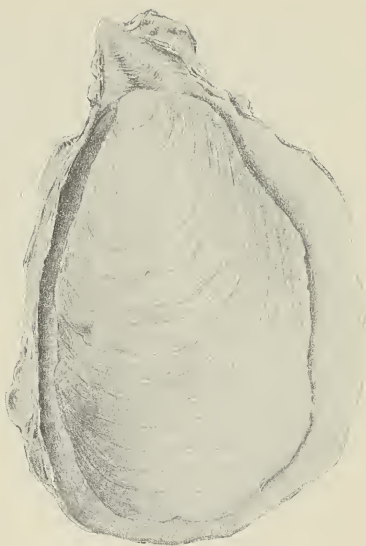


Fig. 2.



Fig. 3.

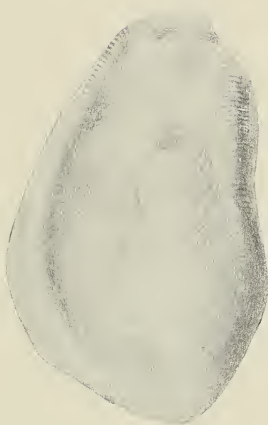


Fig. 5.

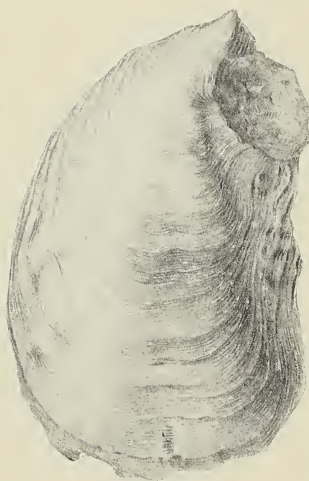


Fig. 4.

1—5. *Ostrea Leopolitana* Niedź.





*Ostrea cochlear*“ 1880, wenigstens zwei sehr verschiedenartige Formenkreise einbezogen. Vorerst die von Foresti als *var. navicularis* (Fig. 4—6) bezeichnete Form [bei Hörnes (Reuss) Fig. 1—2 auf Taf. 68)], welche ganz ausgesprochen gryphaeen-artig erscheint (wie dies auch Reuss a. a. O. selbst zugibt) und sich somit von meiner *Leopolitana* subgenerisch, wenn nicht geradezu generisch im Sinne Zittels (1903) unterscheidet.

Diese beiden Formen sollten umsoweniger bei Außerachtlassung ihrer morphologischen Unterschiede zusammengeworfen werden (wie es leider geschehen ist), da sie sich ja auch stratigraphisch im galizischen Miozän zu meiden scheinen. In dem Wieliczkaer Salztrümmergebirge kommt von Austern nur die entschieden gryphaeen-artige Varietät *navicularis* (For.) vor, während mir solche Formen aus dem podolischen Miozän nie zu Gesichte gekommen sind.

Aber auch die anderen von Foresti aufgestellten Varietäten von *O. cochlear* unterscheiden sich von der *Leopolitana* ganz wesentlich, vornehmlich durch ihren niederen, kurzen, zumeist abgestutzten Wirbel, ihren mehr kreisförmigen Umriß und die geringere Wölbung der Unterschale.

Etwaiges Vorkommen von ganz vereinzelt Übergangsformen kann wohl nicht gegen die Notwendigkeit einer Abgrenzung der Hauptmasse der Formen sprechen.

73. *Znaczenie przewodn pokarmowego w powstawaniu pylicy płuc i organów jamy brzusznej. — Le rôle du tube digestif dans la production de l'anthracose des poumons et des organes abdominaux.* Mémoire de M. **ADOLPHE MACIESZA**, présenté par M. T. Browicz m. t.

Depuis longtemps déjà, plusieurs auteurs s'occupaient de l'existence d'un pigment foncé dans les poumons et les ganglions bronchiques chez l'homme. Jusqu'au milieu du siècle dernier, ce pigment était considéré comme un produit d'origine hématique. Ce n'est qu'à la fin de la première et au commencement de la deuxième moitié du siècle dernier que les travaux de toute une série d'auteurs démontrèrent qu'une partie au moins de ce pigment provenait de la suie ou du charbon qui avaient pénétré dans les poumons avec l'air

inspiré. Cette notion a été confirmée par les recherches très consciencieuses d'Arnold qui a publié en 1885 sa monographie célèbre: „Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase“; et elle a été généralement admise depuis.

C'est à peu près vers la même époque que Soyka et Arnold ont aperçu pour la première fois qu'en dehors des poumons et des ganglions bronchiques on peut trouver parfois la poussière de charbon dans la rate, le foie, les reins et la moelle des os. Mais comment la poussière de charbon doit-elle cheminer pour parvenir à ces organes? Ce problème n'a pas reçu, jusqu'à ces derniers temps, sa solution définitive. La plus juste paraissait l'hypothèse de Weigert d'après laquelle cette poussière venait des poumons jusqu'aux organes abdominaux: dans certains cas, les ganglions bronchiques anthracosiques se souderaient aux parois des grands vaisseaux sanguins des poumons et provoqueraient leur perforation; la poussière de charbon pénétrerait alors des ganglions bronchiques dans la circulation et serait portée au foie, à la rate etc. Ce phénomène a été observé par Weigert, Arnold, Roth et d'autres. Par contre, l'hypothèse d'Arnold et celle de Weintraud-Recklinghausen ont été prises très peu en considération, jusqu'à ces derniers temps. Arnold a constaté notamment que la poussière de charbon pénètre des poumons dans la circulation à travers les parois des vaisseaux sanguins lesquelles sont en voie d'atrophie chez les hommes âgés, emphysémateux, et que cette poussière par cette voie arrive assez souvent jusqu'aux organes de la cavité abdominale. L'hypothèse de Weintraud-Recklinghausen attribue le rôle principal à cet égard au courant lymphatique rétrograde qui peut être produit quelquefois grâce à la surcharge des ganglions bronchiques par la poussière et surtout grâce à leur sclérose.

On s'occupait cependant même alors du rôle joué par le tube digestif dans la production de la pneumoconiose anthracosique. En 1862, Villaret, qui avait eu déjà quelques prédécesseurs, a émis l'opinion que la pneumoconiose est produite par l'intermédiaire du tube digestif. Toutefois, cette opinion n'a pas été corroborée par des expériences convaincantes, et la plupart des recherches très précises des savants, contemporains de Villaret et postérieurs à lui, ont démontré que ce sont les voies respiratoires qui constituent la porte d'entrée par où la poussière de charbon ou la suie pénètrent dans les tissus de l'organisme de l'homme. Par conséquent, on a



oublié très vite la possibilité du rôle du tube digestif dans la production de l'anthraxose des poumons et des organes de la cavité abdominale.

Ce n'est que dans ces derniers dix ans qu'on a publié des travaux qui ont démontré que la muqueuse intestinale intacte se laisse traverser non seulement par les microbes pathogènes mais aussi par les non pathogènes. A la suite de ces travaux il est devenu naturellement nécessaire d'étudier la perméabilité de la muqueuse intestinale à la poussière et de déterminer le rôle de ce phénomène dans la production de l'anthraxose du poumon et des organes abdominaux.

Au mois de novembre 1905 je me suis mis à étudier cette question, encouragé par les résultats positifs des recherches de MM. Rogoziński et Wrzosek sur la perméabilité de la muqueuse intestinale aux microbes non pathogènes. Mon travail donc est, pour ainsi dire, la continuation des travaux des auteurs susmentionnés, travaux qui ont été exécutés à l'Institut de Pathologie Générale et Expérimentale de l'Université Jagellonne à Cracovie.

Au mois de décembre de la même année, deux élèves de M. Calmette, Vansteenbergh et Grysez, ont publié le travail où ils ont affirmé, en s'appuyant sur leurs expériences, que l'anthraxose pulmonaire que l'on rencontre d'habitude chez l'homme se produit par l'intermédiaire du tube digestif, et non pas par l'intermédiaire des voies respiratoires, comme l'on admettait jusqu'alors. Ce travail a éveillé un vif intérêt. Toute une série d'auteurs <sup>1)</sup> ont tâché de contrôler les expériences de Vansteenbergh et Grysez et ont rejeté presque à l'unanimité leur théorie.

Bien que les résultats de mes expériences s'accordent parfaitement avec les résultats obtenus par la plupart des auteurs, je les crois dignes d'être publiés vu les conditions physiologiques dans lesquelles elles ont été exécutées, conditions qui imitaient beaucoup mieux les conditions naturelles que celles dans lesquelles se sont placés les autres expérimentateurs, notamment l'introduction des

<sup>1)</sup> Arloing, Arloing et Forgeot, Aschoff, Basset, Basset et Carré, Beitzke, Cohn, Feliziani, Herman, Hoch et Funk, Heller et Wolkenstein, Jonescu-Michaesci, Kuss et Lobstein, Commiss. de la Soc. Biolog. de Paris. Lütschwager, Mironesco, Nieuwenhuys, Pieraccini, Ravenna, Remlinger, Ruata, Schultze, Triboulet et Francoz, Weinberg.

poussières avec les aliments d'une façon naturelle, et surtout vu la longue durée de l'observation (de 4 à 612 jours).

Je me suis servi pour mes expériences de souris blanches jeunes et adultes que je nourrissais avec du blé; je leur donnais en outre deux fois par jour du lait émulsionné avec de la suie ou avec du charbon animal finement pulvérisé. J'employais aussi des cobayes jeunes et adultes auxquels je versais dans le museau à l'aide d'une pipette une petite quantité de charbon animal finement pulvérisé en suspension dans de l'eau. Enfin je me suis servi de chiens adultes qui recevaient tous les jours leur nourriture mélangée avec du charbon ou du carmin.

J'ai employé pour mes expériences 36 souris, 7 cobayes et 7 chiens. Tous ces animaux, sauf quelques-uns qui ont succombé, ont été tués dans des différents laps de temps à partir du début des expériences (de 4 jusqu'à 612 jours). Je les empoisonnais avec de l'éther (une partie des souris), ou je les faisais saigner à blanc en leur ouvrant les carotides, ou bien je leur coupais la tête (souris). J'en prélevais des morceaux des poumons avec des ganglions bronchiques, du foie, de la rate, des reins, des parois de l'intestin grêle dans divers points, du mésentère et des ganglions mésentériques (chez les souris en totalité), je les fixais dans une solution de formol à 4 p. 100, et après l'inclusion à la paraffine j'examinais les séries des coupes aussi bien non colorées (dans la glycérine) que colorées au carmin ou à l'hématoxyline-éosine. Chez les souris en outre j'examinais des coupes du fémur enrobées dans la celloïdine et colorées de la même façon. Pour l'examen des coupes j'employais non seulement les faibles et les forts grossissements mais aussi l'immersion à l'huile. J'ai examiné en moyenne environ 500 coupes de chaque animal.

En outre, chez quelques chiens qui avaient reçu auparavant, une ou plusieurs fois, du charbon ou du carmin dans leur nourriture, j'ai examiné au microscope la lymphe du canal thoracique.

Les résultats de tous ces examens s'accordent les uns avec les autres quant à ce que dans aucun des organes examinés, les poumons exceptés, chez aucun animal je n'ai retrouvé de la poussière introduite dans le tube digestif. Cependant, dans les poumons des souris jeunes et adultes de même que des cobayes jeunes j'ai retrouvé constamment une petite quantité de cellules anthracosiques, localisées surtout dans les bronches, les bronchioles et les alvéoles

pulmonaires. Si l'expérience durait plusieurs mois, on pouvait alors retrouver une agglomération plus ou moins considérable de cellules anthracosiques dans le parenchyme pulmonaire lui-même. Mais, même dans ces cas, il y avait très peu de cellules anthracosiques; ce n'est que de temps en temps que leurs agglomérations peu considérables se retrouvaient dans les tissus autour des vaisseaux et des bronches. Dans les ganglions bronchiques, à l'exception de ceux d'une souris, j'ai observé toujours l'absence complète de la poussière de charbon ou de suie.

Quant aux poumons et aux ganglions bronchiques des cobayes adultes et des chiens (même de ceux qui avaient reçu du carmin mélangé à la nourriture), ils présentaient une anthracose plus ou moins prononcée, et pas de poussière de carmin. Dans la lymphe recueillie du canal thoracique pendant 1 à 1½ heures chez 5 chiens, 6 à 8 heures après qu'ils avaient été nourris avec des aliments contenant de la poussière de charbon ou de carmin, il a été impossible de constater la présence des traces de cette poussière.

La dépendance susmentionnée du degré de la pneumoconiose chez les souris et les cobayes jeunes de la durée de l'expérience semblerait parler en faveur de ce que la poussière retrouvée eût pénétré dans les poumons des voies digestives où il y avait toujours une quantité appréciable de suie ou de charbon. Cependant, si nous prenons en considération le fait que cette anthracose, même chez les animaux qui avaient reçu pendant longtemps — pendant deux ans environ — de la poussière de charbon avec la nourriture, était minime en comparaison avec la quantité de charbon ou de suie introduite dans leurs voies digestives, que la poussière de charbon était localisée surtout dans les bronches, les bronchioles et les alvéoles pulmonaires et, en quantité beaucoup plus petite, dans le parenchyme pulmonaire, que le rapport inverse, c'est-à-dire les cellules anthracosiques plus nombreuses dans le parenchyme et moins nombreuses dans les bronches et les alvéoles, n'était constaté que lorsque l'animal observé, nourri pendant longtemps avec de la poussière, n'en avait plus reçu pendant quelques semaines (deux mois), nous devons arriver à la conclusion que cette poussière a pénétré dans les poumons par l'inhalation. Et le fait qu'on a pas retrouvé la poussière dans des ganglions mésentériques ni dans un organe quelconque de la cavité abdominale, parle d'autant plus en faveur de notre supposition, car si la poussière avait pénétré dans les pou-



mons des voies digestives, elle aurait dû se trouver auparavant dans la circulation sanguine. On sait bien, grâce aux recherches d'Arnold, d'Hofmann, de Langerhans, de Ponfick, de Rutimayer, de Strawinski, de Siebel, de Thom, de même qu'à celles plus récentes d'Arloing, d'Herman, de Heller et Wolkenstein que la poussière solide qui se trouve dans la circulation s'accumule tout d'abord dans le foie, dans la rate, dans la moelle des os, et ensuite seulement dans le poumon. Le fait donc que le degré de l'anthracose dépend de la durée de l'expérience peut être expliqué de cette manière que le charbon a pu pénétrer dans les voies respiratoires, en partie, et surtout de l'air où la poussière devait se trouver en grande quantité, car dans la vaisselle où l'on donnait à manger aux animaux il restait toujours un peu de charbon; de l'autre côté, le charbon était éliminé avec les fèces qui restaient pendant quelque temps dans la cage. Ainsi donc plus longtemps durait l'expérience, et plus longtemps les animaux respiraient l'air contenant une certaine quantité de poussière de charbon. De même il est impossible d'exclure tout à fait l'éventualité qu'une partie de poussière de charbon ait pu pénétrer dans les voies respiratoires en cheminant de l'intestin jusqu'au pharynx, comme il a été démontré par Kast pour les particules solides et par Uffenheimer et Dieterlen pour les bactéries.

Quant à la pneumoconiose si prononcée chez les cobayes adultes et chez les chiens, elle existait sans doute avant le début de l'expérience. Arloing et Forgeot, Beitzke, Cohn, Nieuwenhuys, Remlinger et d'autres ont constaté que presque tous les cobayes adultes ont une anthracose plus ou moins accentuée qui se développe spontanément. Moi même, j'ai fait l'examen macroscopique et microscopique des ganglions mésentériques et bronchiques et des poumons de 30 chiens sains et j'ai constaté que chez tous ces animaux les ganglions mésentériques ne contenaient pas du tout de la poussière de charbon, tandis que les ganglions bronchiques étaient nettement anthracosiques. Il n'y avait que 8 chiens chez lesquels on n'apercevait pas macroscopiquement l'anthracose dans les poumons; chez tous les autres les poumons étaient plus ou moins nettement anthracosiques. En faveur de ce que les chiens adultes sont atteints d'habitude d'anthracose pulmonaire, parle encore sa présence chez 3 chiens auxquels j'ai introduit du carmin dans le tube digestif. Je n'ai pas retrouvé du carmin chez ces chiens, même dans

les poumons ni dans les ganglions bronchiques. Voilà un fait qui semblerait parler contre notre explication de la faible anthracose pulmonaire chez les souris et les cobayes jeunes. Toutefois, si nous prenons en considération que ces chiens recevaient du carmin pendant 14 jours au maximum et se trouvaient dans une grande salle et non dans des cages, que les restes de la nourriture et les fèces en étaient enlevés aussitôt, nous sommes obligés de conclure que l'air ambiant ne pouvait y contenir de la poussière de carmin.

Comme on le voit, les résultats de mes expériences nous font constater que le carmin, le charbon animal et la suie, introduit quotidiennement dans le tube digestif des souris jeunes et adultes, des cobayes jeunes et adultes et des chiens adultes, même lorsque cette opération était répétée tous les jours pendant deux ans, ne passaient pas à travers la muqueuse des parois intestinales, ne pouvaient donc pas produire l'anthracose des poumons et des organes de la cavité abdominale. Ces résultats s'accordent parfaitement avec ceux obtenus par la plupart des auteurs qui contrôlaient les expériences de Calmette, de Vansteenberghe et Grysez, en exécutant leurs expériences dans les conditions qu'exigeait Calmette. Par contre, les résultats obtenus par moi ne s'accordent pas avec les résultats des expériences de Vansteenberghe et Grysez publiés dans leur premier travail, non plus qu'avec les résultats de leurs expériences ultérieures publiés dans les mémoires faits avec Calmette ou dans les travaux de Calmette lui-même. Ces résultats contradictoires peuvent être expliqués en partie par ce que Calmette employait pour ses expériences une poussière extrêmement fine (encre de Chine spécialement préparée), ce qu'il considère comme condition nécessaire de la réussite des expériences. Les résultats obtenus par Calmette ont été confirmés par Herman, Kuss et Lobstein et d'autres et surtout par la Commission de la Société de Biologie de Paris qui n'a obtenu des résultats positifs qu'en introduisant à plusieurs reprises dans le tube digestif des animaux une quantité considérable de liquide contenant en suspension de l'encre de Chine préparée par Calmette lui-même. Tous les autres auteurs qui avaient exécuté leurs expériences avec de la poussière moins fine, comme il en était aussi dans mon cas, n'ont pu constater la perméabilité de la muqueuse intestinale à la poussière.

Tout de même la perméabilité des parois du tube digestif à la poussière extrêmement fine ne peut jouer aucun rôle dans la pro-

duction de l'anthraxose du poumon et des ganglions bronchiques. Car, chez les hommes, l'anthraxose se réduit à celle du poumon et des ganglions bronchiques, et ce n'est que très rarement qu'on peut constater en même temps l'anthraxose des organes abdominaux. Et comme nous le savons, grâce aux recherches anciennes et récentes de plusieurs auteurs, la poussière, une fois pénétrée dans la circulation du sang, ne s'arrête jamais uniquement dans les poumons, mais avant tout dans le foie, la rate, etc. Il est très facile de provoquer l'anthraxose des poumons et des ganglions bronchiques, en faisant inhaler diverses sortes de poussière, tandis que pour faire passer la poussière à travers la paroi intestinale il faut des conditions spéciales. Ainsi donc, même dans ces cas peu nombreux où nous trouvons l'anthraxose des organes de la cavité abdominale, l'anthraxose du poumon, et même celle des organes abdominaux, n'est pas formée par l'intermédiaire du tube digestif. Car la voie indiquée par Weigert et Arnold, c'est-à-dire la perforation des parois des vaisseaux sanguins du poumon par des ganglions anthracosiques, de même que la pénétration de la poussière directement dans les vaisseaux sanguins à travers leurs parois en voie d'atrophie chez les vieillards emphysémateux, a été étudiée d'une façon plus précise dans les travaux les plus récents d'Askénazy, d'Ohkubo et d'autres. Mais il est impossible de nier, dans certains cas, le rôle du courant lymphatique rétrograde dans la formation de l'anthraxose des organes abdominaux; ce rôle a été mis au premier plan récemment par Tendeloo et Lubarsch, mais il y a quelques mois son importance a été sérieusement ébranlée par Beitzke.

Comme il est difficile d'expliquer la production de l'anthraxose des ganglions mésentériques par l'intermédiaire de trois voies susmentionnées, nous sommes obligés d'admettre l'éventualité que le tube digestif ne joue un rôle dans la production de l'anthraxose des organes de la cavité abdominale que lorsque les ganglions mésentériques sont anthracosiques, ce qui est d'une rareté excessive.



74. *O wrodzonych nadmiernie rozszerzonych otworach ciemieniowych (foramina parietalia) u ludzi. — Über angeborene abnorm weite Foramina parietalia.* Mémoire de M. **ADOLPHE MACIESZA**, présenté par M. K. Kostanecki m. t.

Im Jahre 1903, während der Restauration des Doms in Płock (Königreich Polen) wurde unter dem Hochaltar ein Grab mit vielen menschlichen Knochen entdeckt, unter welchen sich zwei Schädel<sup>1)</sup> durch große symmetrisch zu beiden Seiten der Pfeilnaht gelegene Öffnungen besonders auszeichneten.

Schädel 1.

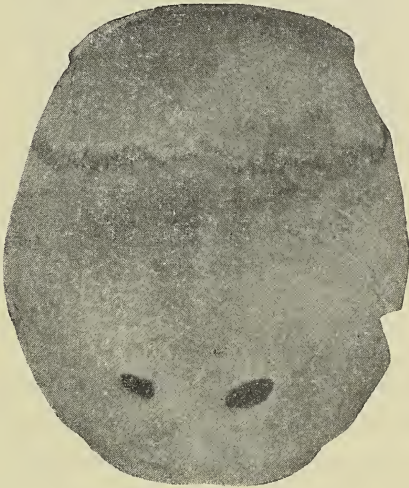


Fig. 1.

Die Schädelknochen sind verhältnismäßig gut erhalten. Es fehlt ein Teil der *Basis cranii*. Die Dicke des Seitenwandbeines beträgt 7 mm, die Länge der Pfeilnaht 10 cm. Auf einer je 2·5 cm langen Strecke von vorn und von hinten erscheint die Pfeilnaht verwachsen, wobei derjenige Teil derselben, welcher zwischen den Öffnungen liegt, geradlinigen Verlauf zeigt.

<sup>1)</sup> Gegenwärtig im Besitze des Museums der Wissenschaftlichen Gesellschaft zu Płock.

*Os apicis squamae occipitalis seu triquetrum* (Virchow) ist deutlich zu sehen. Seine Nähte sind an manchen Stellen verwachsen. Die Dimensionen dieses Knochens betragen: in der Längsrichtung des Schädels gemessen, 3·5 cm, in der Breite 4 cm.

In der Nähe der beiden *Anguli occipitales* der Seitenwandbeine finden sich zwei große elliptische Öffnungen mit abgerundeten Rändern, symmetrisch zu beiden Seiten der Pfeilnaht in je 1·2 cm weiter Entfernung von derselben gelegen. Die Entfernung der beiden Öffnungen von einer an der Kreuzungsstelle der Pfeilnaht mit der Lambdanaht rechtwinklig zu der ersteren gezogenen Linie beträgt bis zu den hinteren medialen Rändern der Öffnungen —1·2 cm, zu dem vorderen äußeren Rand der rechten Öffnung 2·5 cm, zu der linken Öffnung 2 cm. Der längste Durchmesser dieser Öffnungen bildet mit der Pfeilnaht einen 45° betragenden, nach vorn geöffneten Winkel. Der längste Durchmesser der rechten Öffnung ist 2·1 cm, derjenige der linken 1·5 cm, der Breitendurchmesser rechts —1·2, links 0·9 cm lang.

An der Innenfläche des Schädels finden sich beiderseits einige seichte Rinnen, welche von außen in der Richtung nach den Öffnungen hin verlaufen. Medial von den Öffnungen finden sich je eine breite seichte Rinne, welche von jeder Öffnung nach vorn und medial zum *Sulcus sagittalis* verläuft. Diese breite Rinne deutet wahrscheinlich den Verlauf eines weiten Venengefäßes an. Die kleinen Rinnen dagegen entsprechen dem Verlaufe der Äste der *Arteria meningea media*. Schädel 2. (Fig. 2).

Die Schädelknochen sind gut erhalten; die *Basis cranii* fehlt. Die Dicke des Seitenwandbeins beträgt 5 mm. Die Pfeilnaht ist 9·5 cm lang und erscheint an ihrem hinteren Ende auf einer Strecke von 1·8 cm, zwischen den Öffnungen, vollständig verwachsen, wobei der geradlinige Verlauf deutlich erhalten ist.

Ebenso geradlinigen Verlauf und eine ebensolche Verwachsung zeigen die oberen Hälften der Nähte, welche zwischen dem auch in diesem Falle gut ausgebildeten *Os apicis squamae occipitalis* und den Seitenwandbeinen liegen. Die übrigen Nähte sind Zackennähte und mit Ausnahme einiger weniger Stellen der Stirnnaht und des vorderen Teiles der Pfeilnaht auf einer Strecke von 1·5 cm nicht verwachsen. *Os apicis* mißt in der Längsrichtung des Schädels 4 cm, in der Breite 5 cm.

In der Nähe der *Anguli occipitales* finden sich zwei elliptische Öffnungen, welche mit ihrem größten Durchmesser rechtwinkling zur Pfeilnaht stehen und von dieser in einer Entfernung von 1·25 cm liegen. Von der rechtwinklig mit der Pfeilnaht an der Kreuzungsstelle derselben mit der Lambdanaht sich schneidenden Linie sind diese Öffnungen 0·5 cm entfernt. Ihre Ränder sind abgerundet und mit Ausnahme der leicht gezähnelten medialen Seite

Schädel 2.

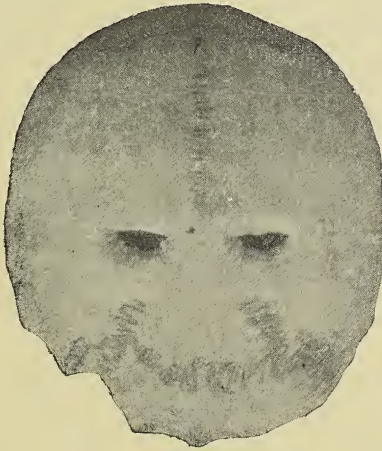


Fig. 2.

glatt. An der Außenfläche des Schädels um die Öffnungen herum findet sich auf einer Strecke von 12—15 mm eine deutliche Knochenverdickung (*Hyperostosis*), die aber an der Innenfläche nicht wahrnehmbar ist.

Der längste Durchmesser der rechten Öffnung beträgt 1·8 cm, derjenige der linken 1·7 cm, der Breitendurchmesser der rechten Öffnung 0·6 cm, derjenige der linken 0·7 cm.

An der Innenfläche des Schädels finden sich, ähnlich wie an dem ersten Schädel, mehrere kleine *Sulci arteriosi*, welche von außen gegen die Öffnungen hin verlaufen. Von den medialen Rändern der Öffnungen verläuft je eine breitere Rinne (*sulcus venosus*) nach vorn und nach innen bis zum *Sulcus sagittalis*.

Außer diesen zwei großen Öffnungen findet sich links eine kleine runde Öffnung, deren Durchmesser nur 2 mm beträgt. An der



Außenfläche des Schädels ist diese Öffnung zwischen dem vorderen Rande der großen Öffnung und in einem Abstand von 3 mm von der Pfeilnaht gelegen, an der Innenfläche des Schädels mündet sie in den *Sulcus sagittalis*. Alle Öffnungen, sowohl im Schädel Nr. 1 wie Nr. 2, haben abgerundete und mit kompakter Knochensubstanz überzogene Ränder, was auf deren Entstehung während des Lebens des betreffenden Individuums hinweist. Wenn wir den Umstand berücksichtigen, daß sowohl am Schädel 1 wie am Schädel 2 keine Spuren krankhafter Veränderungen (*Lues*, *Caries*, *Osteosarcom* u. s. w.) entdeckt werden konnten und kein Grund vorliegt, eine Trepanation dieser Stellen anzunehmen, wenn man sich dabei die symmetrische Lage derselben an den sonst den *Foramina parietalia* entsprechenden Stellen vergegenwärtigt, so drängt sich die Annahme auf, daß die von uns beschriebenen Öffnungen nichts anderes sind, als abnorm weite *Foramina parietalia*.

In der Literatur sind nur 20 Fälle solcher abnorm weiter *Foramina parietalia* bekannt (Lobstein (1), Arnold Fr. (2), Humphry (3), Turner (4), Wrany (5, 6), Gruber (7, 8), Simon (9, 10), Broca (11), Anutschin (12), Bialnicki (13) und Greig (14)).

Alle bisher beschriebenen Öffnungen haben das gemeinsame Merkmal, daß sie im *Angulus occipitalis* symmetrisch zu beiden Seiten der Pfeilnaht gelegen und mit Ausnahme einiger Fälle immer zu zweien vorhanden sind, ferner daß ihre Entfernung von der *Sutura sagittalis* nur geringe Unterschiede zeigt. Sie sind fast ohne Ausnahme dreieckig-elliptisch und ihr längster Durchmesser bildet mit der Pfeilnaht einen rechten oder etwas spitzen, nach vorn offenen Winkel.

Da wir alle diese Merkmale auch an den von uns beschriebenen Öffnungen ausgeprägt finden, glauben wir berechtigt zu sein, dieselben ebenfalls als abnorm weite *Foramina parietalia* zu betrachten.

In nebenstehender Tafel sind die Dimensionen aller bisher bekannten abnorm weiten *Foramina parietalia* zusammengestellt.

(Siehe Tabelle Seite 1087).

Wiewohl die statistischen Angaben bezüglich der normalen *Foramina parietalia* reichhaltig sind, habe ich 150 Schädel der Sammlung des anatomischen Instituts in Krakau nach dieser Richtung hin untersucht.

Nummer	Bestimmung der Fälle	Foramen parietale dexter		Foramen parietale sinister	
		Längs- durchmesser	Quer- durchmesser	Längs- durchmesser	Quer- durchmesser
1	Fall von Lobstein .	„länglich und sehr groß“			
2	„ „ Arnold . .	0·4 cm		0·4 cm	
3	„ „ Humphry .	„genug weit, um die Spitze eines Fingers aufzunehmen“			
4	„ „ Turner . .	2 cm	1·5 cm	1·5 cm	1 cm
5	„ I von Wranzy .	Normal		„für einen Rabenkiel durchgängig“	
6	„ II „ „ .	1·1 cm	0·45 cm	0·6 cm	0·2 cm
7	„ III „ „ .	0·9 cm	0·7 cm	0·75 cm	0·55 cm
8	„ IV „ „ .	2 cm		1·6 cm	
9	„ V „ „ .	2 cm	1·6 cm	1 cm	0·5 cm
10	„ I „ Gruber .	1 cm	0·6 cm	1·3 cm	0·5 cm
11	„ II „ „ .	0·475 cm	0·35 cm	Normal (1·5 mm)	
12	„ III „ „ .	1 cm	0·8 cm	Normal	
13	„ I „ Simon .	2 cm	1·6 cm	2 cm	1·6 cm
14	„ II „ „ .	1·75 cm	1·25 cm	1·75 cm	1·25 cm
15	„ I „ Broca .	2 cm	1·3 cm	2 cm	1·3 cm
16	„ II „ „ .	3 cm		3 cm	
17	„ III „ „ .	0·4—0·6 cm			
18	„ von Anutschin .	1 cm		1 cm	
19	„ „ Bialnicki .	1·1 cm	0·75 cm	0·9 cm	0·5 cm
20	„ „ Greig . .	3·6 cm	2·7 cm	2·5 cm	2·3 cm
21	„ I eigener . .	2·1 cm	1·2 cm	1·5 cm	0·9 cm
22	„ II „ „ .	1·8 cm	0·6 cm	1·8 cm	0·7 cm

*Foramina parietalia* fehlten in 38 Fällen, d. h. in 25·33%,

4 *Foram. parietal.* je 2 an jeder Seite in 1 Falle,

4 " " je 1 " " " u. 2 in der Pfeilnaht in 1 Fall,

3 " " je 1 " " " u. 1 " " " in 1 Fall,

2 " " je 1 " " " in 73 Fällen, d. h. in 48·66%,

2 " " 1 im rechten Seitenwandbein u. 1 in der Pfeilnaht in 2 Fällen,

2 " " 1 im linken Seitenwandbein u. 1 in der Pfeilnaht in 3 Fällen,

2 " " beide in der Pfeilnaht in 1 Fall,

1 *Foramen parietale* rechts in 17 Fällen, d. h. in 11·33%,

1 " " links in 11 Fällen d. h. in 7·33%,

1 " " in der Pfeilnaht in 2 Fällen.

Der Durchmesser dieser Öffnungen betrug durchschnittlich 1 mm, manchmal erreichte er 2 mm, in anderen Fällen war er nur angedeutet. Überhaupt waren die *Foramina* etwa 3 cm vom hinteren Ende der Pfeilnaht und etwa 1 cm voneinander entfernt. Zwischen den Öffnungen war die Pfeilnaht häufig verwachsen und geradlinig.

Die Lage abnorm weiter *Foramina parietalia*, welche, unsere 2 Schädel inbegriffen, gegenwärtig in 22 Fällen beobachtet worden sind, entspricht vollkommen der Lage der normalen Öffnungen.

Wenn wir uns den Ossifikationsprozeß der Seitenwandbeine sowie die Entstehung normal großer Parietalöffnungen vergegenwärtigen, finden wir manches, das auch auf die Bildung abnorm weiter *Foramina parietalia* ein gewisses Licht werfen kann. Wie es seit den Arbeiten von Welcker und Toldt bekannt ist, beginnt die Verknöcherung der Seitenwandbeine in zwei übereinanderliegenden Punkten, von welchen sie nach der Peripherie derart fortschreitet, daß vom Ossifikationszentrum, nachträglich als *Tuber parietale* bezeichnet, Knochenbälkchen radiär ausstrahlen. Gegen das Ende des Embryonallebens bleibt noch lange am medialen Rande des Seitenwandbeines entweder ein Ausschnitt oder nur noch ein Spalt bestehen, der dann teilweise durch Verknöcherung des ihn ausfüllenden Bindegewebes verschlossen, teilweise jedoch als *Foramen parietale* bestehen bleibt.

Mit Recht wurde von der Mehrzahl der Autoren die Meinung geäußert, daß die Entstehung abnorm weiter *Foramina parietalia* mit einer mangelhaften Verknöcherung des fötalen Randspaltes im Zusammenhang steht. In Anbetracht der Tatsachen, daß: 1° die abnorm



weiten *Foramina parietalia* ihrer Form nach zumeist einem Spalt ähnlich sind, 2° daß ihr größter Längendurchmesser mit der Pfeilnaht entweder einen rechten oder nach vorn offenen spitzen Winkel bildet, also mit der Richtung des Randspaltes zusammenfällt, 3° daß man häufig zwischen abnorm weiten Öffnungen und der Pfeilnaht einer querverlaufenden Naht begegnet — erscheint die Annahme über die Entstehung abnorm weiter *Foramina parietalia* aus dem Randspalt infolge einer Ossifikationshemmung begründet; die Ursachen dieser Hemmung sind jedoch noch nicht aufgeklärt.

### Literatur.

- 1) Lobstein, De nervis durae matris. Argent. 1772 (Zit. nach Gruber).
- 2) Arnold Fr, Handb. d. Anat. d. Menschen. I. Bd. Freiburg im B. 1845.
- 3) Humphry, A Treatise of human Skeleton, Cambridge 1858. (Zit. nach Gruber).
- 4) Turner, „Congenital deficiencies in the cranium“ im Art.: „On some congenital deformities of the human cranium“. Edinburgh Med. Journ. Vol. XI, 1846 (Zit. nach Gruber).
- 5) Wrany, Abnorme Weite der Foramina parietalia. Vierteljahrschr. f. prakt. Heilkunde. Bd. 90, Prag 1866.
- 6) Wrany, Zur abnormen Weite d. Foram. parietalia. Vierteljahrschr. f. prakt. Heilkunde. Bd. IV (108), Prag 1870.
- 7) Gruber, Über kongenitale abnorm weite Foramina parietalia. Virchow's Archiv 1870, Bd. 50.
- 8) Gruber, Über einen neuen Fall eines kongenital abnorm weiten Foramen parietale (III. Fall eigener Beobachtung), mit Bemerkungen etc. Virchow's Archiv 1876, Bd. 68.
- 9) Simon, Ein Fall von abnormer Erweiterung der Foramina parietalia. Virchow's Archiv. 1870, Bd. 51.
- 10) Simon, Ein neuer Fall abnorm weiter Foramina parietalia. Virchow's Archiv 1872, Bd. 55.
- 11) Broca, Sur la perforation congénitale et symétrique de deux pariétaux. Bull. Soc. Anthropol. 1875. Séance du 18. Mars et 20. Mai. Zit. nach Anutschin und Bialnicki.
- 12) Anutschin, Über einige Anomalien des menschlichen Schädels. Berichte der kaiserlichen Gesellschaft für Naturforschung und Anthropologie. Arbeiten der anthropologischen Abteilung. Moskau 1880 (russisch).
- 13) Bialnicki-Birulia, Ein Fall abnorm weiter Foramina parietalia. Russkij Wratsch 1907, Nr. 14 (russisch).
- 14) Greig, Congenital and symmetrical perforation of both parietal bones. The Journ. of Anat. and Physiol. 1892, V. 24.

## Table des matières par noms d'auteurs

contenues dans le Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie  
(Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles).

**Année 1908.**

Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

- Białaszewicz (K).** Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen 783.
- Bielecki (J).** Über Mesitylen-Trialdehyd (1. 3. 5. Trimethylal-Benzen) 29.  
— et **Koleniew (A).** Recherches sur l'influence des groupes méthylés sur les propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane 296.
- Bochenek (A).** Über zentrale Endigungen des Nervus opticus 91.
- Bondzyński (S)** und **Humnicki (V).** Quantitative Untersuchungen über das Verhalten von Salol sowie von Distearylsalizylglyzerid im Organismus 841.
- Borkowski v. Dunin-Borkowski (J).**
- Browiński (J).** Über die Gegenwart von Proteinsäuren im Blute 101.  
— et **Dąbrowski (S).** Sur une méthode de dosage de la matière colorante fondamentale des urines 139.
- Buraczewski (J)** und **Koźniewski (T).** Jodderivate des Strychnins und Brucins 644.
- Dąbrowski (S)** v. **Browiński (J).**
- Dunin-Borkowski (J).** Sur le phénomène de Gürber 318.  
— Über die hämolytische Wirkung von Quecksilbersalzen 494.
- Dziurzyński (M).** Über die Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung des Chlorwasserstoffes in Benzollösung 401.
- Gawiński (W).** Quantitative Untersuchungen über die Ausscheidung von Proteinsäuren im Harn von gesunden Menschen sowie in einigen Krankheitsfällen 851.
- Godlewski (E).** Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz während der normalen und der künstlich veränderten Entwicklung der Echiniden 522.
- Gosiewski (L).** Sur la moyenne arithmétique et sur la loi de Gauss de la probabilité d'une erreur 1053.
- Hildt (L), Marchlewski (L)** und **Robel (J).** Über die Umwandlung des Chlorophylls unter dem Einfluß von Säuren 261.
- Hirschler (J).** Beiträge zur embryonalen Entwicklung der Coleopteren 508.
- Hoyer (H).** Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem der Froschlarven, II. Teil 451.
- Humnicki (V)** v. **Bondzyński (S).**

- Jablezyński (C).** Zur Kenntnis der Katalyse in heterogenen Systemen. Zersetzung des Chromchlorürs am Platinblech 398.
- Kinetik der Folgereaktionen; Reduktion der Chromsäure durch Oxalsäure 603.
  - Beziehung zwischen der Rührgeschwindigkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen 620.
- Jakubski (A. W).** Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems bei den Hirudineen 86.
- Untersuchungen über das Stützgewebe des Nervensystems im vorderen und im hinteren Körperende der Hirudineen nebst Bemerkungen über deren Neuromerie 854.
- Janczewski (E).** Sur les anthères stériles des groseilliers 587.
- Kamiński (F).** Nouveau moyen pour faciliter les observations microscopiques et la microphotographie stéréoscopique (platine-balance) 651.
- Klecki (Ch) et Wrzosek (A).** Étude expérimentale du passage dans les urines de microbes circulant dans le sang 171.
- Klemensiewicz (Z).** Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel 485.
- Kling (K).** Über die o-, m- und p-Tolyläthylalkohole 632.
- Koleniew (A) v. Bielecki (J).**
- Konopacka (B).** Die Gestaltungsvorgänge der in verschiedenen Entwicklungsstadien zentrifugierten Froschkeime 689.
- Kopeć (S).** Experimentaluntersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtscharaktere bei Schmetterlingen 893.
- Korezyński (A).** Über anormale Salze 633.
- Kostanecki (K).** Mitotische Kernteilung ohne Zellteilung in künstlich parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von *Mactra* 97.
- Kowalski (J).** Beiträge zur Kenntnis der Lumineszenz 749.
- Koźniewski (T) and Marchlewski (L).** On the conversion of phyllotaonine into phytorhodines 247.
- v. Buraczewski (J).
- Krzemieniewska (H).** Zur Ernährung des Azotobaktors 445.
- Krzemieniewski (S).** Untersuchungen über *Azotobacter chroococcum* Beij. 929.
- Krzyształowicz (Fr) et Siedlecki (M).** Etude expérimentale de la syphilis; morphologie de *Spirochaeta pallida* 173.
- Kulezyński (Vi).** Fragmenta arachnologica, VI 49.
- Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognoscendam. I. Mygalomorphae et Cribellatae 527.
- Lewiński (J).** La chaîne de Przedborz 34.
- Les dépôts jurassiques près la station Chęciny et leur faune 408.
- Loria (S).** Untersuchungen über die Dispersion des Lichtes in Gasen. I. Die Dispersion des Acetylens und Methans 1059.
- Maciesza (A).** Le rôle du tube digestif dans la production de l'anthracose des poumons et des organes abdominaux 1075.
- Über angeborene abnorm weite Foramina parietalia 1083.



- Marchlewski (L) and Piasecki (St). A simple method for preparing phylloporphyrine 127.  
 — v. Koźniewski (T).  
 — v. Hildt (L).
- Minkiewicz (R). Étude expérimentale du synchromatisme de Hippolyte varians Leach. 918.
- Młodowska (J). Zur Histogenese der Skelett-Muskeln 145.
- Morożewicz (J). Über Hatchettin von Bonarka bei Krakau 1067.
- Motylewski (Z). Dihydrooxychinoxalin und seine Derivate 32.  
 — und Wilenko (G. G). Über die Wirkung von Natrium auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol 837.
- Namysłowski (B). Sur la structure et le développement de *Wawelia regia* nov. subfam. gen. sp. 597.
- Natanson (L). On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing gaseous medium, parallel to the lines of an extraneous magnetic field 129.  
 — On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium 764.
- Niedźwiedzki (J). Über eine neue miozäne Austernart: *Ostrea Leopolitana* 1073.
- Nitsch (R). Recherches sur les microbes anticholériques dans l'air atmosphérique 582.
- Nowak (J). Untersuchungen über Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. Teil. Genus *Baculites* Lamarck 326.
- Nusbaum (J). Zur Entwicklungsgeschichte der Occipitalregion des Schädels und der Weber'schen Knöchelchen bei den Cyprinoiden 505.
- Olszewski (K). Die Verflüssigung der Gase; eine historische Skizze 375.  
 — Nachtrag 483.
- Petschenko (B). Sur la structure et le cycle évolutif de *Bacillopsis stylopygae*; nov. gen. et nov. spec. 359.
- Piasecki (St) v. Marchlewski (L).
- Raciborski (M). Über die Hemmung des Bewegungswachstums bei *Basidiobolus ranarum* 48.
- Robel (J) v. Hildt (L).
- Rosenhauch (E). Über die Entstehung der Flora im physiologischen Bindehautsack der Neugeborenen 465.
- Rouppert (C). *Discomycetum species novae tres* 649.
- Siedlecki (M). Über Bau, Lebensweise und Entwicklung des javanischen Flugs-frosches (*Rhacophorus reinwardtii* Boie) 682.  
 — v. Krzyształowicz (Fr).
- Stolyhwo (K). Le crâne de Nowosiółka considéré comme preuve de l'existence à l'époque historique de formes apparentées à *H. primigenius* 103.

**Wielowieyski (H).** Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Zweite Mitteilung 353.

— Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung 741.

**Wilenko (G. G)** v. Motylewski (Z).

**Wiśniewski (P).** Einfluß der äußeren Bedingungen auf die Fruchtform bei *Zygorynchus Moelleri* Vuill. 656.

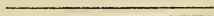
**Wrzosek (A)** v. Klecki (Ch).

**Zapałowicz (H).** Revue critique de la flore de la Galicie. XII partie 141.

— Revue critique de la flore de la Galicie. XIII partie 448.

— Revue critique de la flore de la Galicie. XIV partie 603.

**Zaremba (S).** Sur l'intégration de l'équation biharmonique 1.



Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego

7 Stycznia 1909.





# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

## A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

L. Marchlewski, St. Piasecki. Preparing phylloporphyrine . . .	Mars 1908
Lad. Natanson. Elliptic polarization of light (magn. field) . . .	Mars 1908
T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phyllotaonine converted into phytorhodines . . . . .	Avril 1908
L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chloro- phylls unter dem Einfluss von Säuren . . . . .	Avril 1908
J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . .	Avril 1908
*K. Olszewski. Die Verflüssigung der Gase . . . . .	Mai 1908
K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen . . . . .	Mai 1908
M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl . . . . .	Mai 1908
J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny . . . . .	Mai 1908
Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel	Juin 1908
K. Jabłczyński. Kinetik der Folgereaktionen . . . . .	Juill. 1908
K. Jabłczyński. Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit	Juill. 1908
K. Kling. O-, m-, p-Tolyläthylalkohole . . . . .	Juill. 1908
A. Korczyński. Anormale Salze . . . . .	Juill. 1908
J. Buraczewski, T. Koźniewski. Jodderivate des Strychnins etc.	Juill. 1908
F. Kamieński. Microphotographie stéréoscopique . . . . .	Juill. 1908
J. v. Kowalski. Beiträge zur Kenntnis der Lumineszenz . . . . .	Oct. 1908
L. Natanson. Elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium . . . . .	Oct. 1908
G. G. Wilenko, Z. Motylewski. Wirkung von Na auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol . . . . .	Nov. 1908

## B). Sciences biologiques.

J. Browiński, S. Dąbrowski. Dosage d. l. mat. color. des urines	Mars 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la Flore de la Galicie. XII . .	Mars 1908
J. Młodowska. Histogenese der Skelett-Muskeln . . . . .	Mars 1908
Ch. Klecki, A. Wrzosek. Passage de microbes dans les urines .	Mars 1908
F. Krzysztalowicz, M. Siedlecki. Etude exp. de la syphilis . .	Mars 1908

\* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . .	Avril 1908
J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . .	Avril 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . .	Avril 1908
B. Petschenko. Bacillopsis stylopygae; nov. gen. et nov. spec. . .	Avril 1908
H. Krzemieniewska. Ernährung des Azotobaktors . . . . .	Mai 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie, XIII . .	Mai 1908
H. Hoyer. Lymphgefäßsystem der Froschlarven. II . . . . .	Mai 1908
E. Rosenhauch. Flora des physiologischen Bindehautsacks der Neu- geborenen . . . . .	Mai 1908
J. Dunin-Borkowski. Hämolytische Wirkung von Hg-Salzen . .	Juin 1908
J. Nusbaum. Entwicklungs-Geschichte der Occipitalregion des Schäd- els etc. bei den Cyprinoiden . . . . .	Juin 1908
J. Hirschler. Embryonale Entwicklung der Coleopteren . . . . .	Juin 1908
E. Godlewski jun. Transformation des Protoplasmas in Kernsub- stanz bei Echiniden . . . . .	Juin 1908
*VI. Kulczyński. Symbola ad faunam araneorum Javae et Sumatrae cognoscendam. Pars I . . . . .	Juin 1908
R. Nitsch. Microbes anticholériques dans l'air . . . . .	Juin 1908
Ed. Janczewski. Anthères stériles des groseilliers . . . . .	Juill. 1908
B. Namysłowski. Wawelia regia nov. subfam. gen. sp. . . . .	Juill. 1908
H. Zapałowicz. Revue critique de la flore de la Galicie. XIV . .	Juill. 1908
C. Rouppert. Discomycetum species novae tres . . . . .	Juill. 1908
P. Wiśniewski. Fruchtform bei Zygorhynchus Moelleri Vuill. . .	Juill. 1908
M. Siedlecki. Der javanische Flugfrosch (Rhacophorus reinw.) . .	Juill. 1908
B. Konopacka. Gestaltungsvorgänge d. zentrifugierten Froschkeime	Juill. 1908
H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des In- sektenovariums. Dritte Mitteilung . . . . .	Juill. 1908
K. Białaszewicz. Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen .	Oct. 1908
St. Bondzyński, V. Humnicki. Verhalten von Salol und Distearyl- salizylglyzerid im Organismus . . . . .	Nov. 1908
W. Gawński. Ausscheidung von Proteinsäuren im Harn . . . . .	Nov. 1908
A. W. Jakubski. Stützgewebe des Nervensystems im vorderen und hinteren Körperende der Hirudineen etc. . . . .	Nov. 1908
St. Kopeć. Entwicklung d. Geschlechtscharaktere bei Schmetterlingen	Nov. 1908
R. Minkiewicz. Synchromatisme de Hippolyte varians Leach. . .	Nov. 1908
S. Krzemieniewski. Untersuchungen über Azotobacter chroococcum Beij. . . . .	Nov. 1908

\* Ce mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les  
demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł.,  
Cracovie (Autriche).























SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01354 8086